

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität München
Direktor: Prof. Dr. W. Spann

**ÜBER DIE BEDEUTUNG DER UNTERSUCHUNG DES
MAGENINHALTES ZUR TODESZEITBESTIMMUNG**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Gabriele Mantlik
aus Murnau
Jahr 1986



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554815_0070

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität München
Direktor: Prof. Dr. W. Spann

Über die Bedeutung der Untersuchung des Mageninhaltes
zur Todeszeitbestimmung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Gabriele Mantlik

aus
Murnau

Jahr

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Liebhardt

Mitberichterstatter: Prof. Eisenmenger

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 15.5.86

Über die Bedeutung der Untersuchung des Mageninhaltes zur Todeszeitbestimmung

Gliederung	Seite
I. Einleitung	1
II. Gerichtsmedizinische Fragestellung und Literatur	3
1. Gerichtsmedizinische Fragestellung	3
2. Literaturübersicht zur Verweildauer der Nahrungsmittel	5
III. Physiologie der Magenverdauung	7
1. Speichelsekretion	7
2. Magensekretion	7
3. Steuerung der Magensekretion	8
IV. Physiologie der Magenentleerung	10
1. Anatomische Überlegungen	10
2. Kontraktile Aktivität	11
3. Elektrische Aktivität des Magens	14
4. Kontrolle der kontraktilen Aktivität	15
a) Myogen	15
b) Neuronal	15
c) Humoral	16
5. Steuerung der Magenentleerung	16
a) Örtliche Faktoren	16
b) pH	18
c) Osmolarität	18
d) Gehalt an Fettsäuren	18
e) Teilchengröße und Volumen	19
6. Untersuchungsmethoden der Magenentleerung	20
a) Röntgentechnik	20
b) Sondentechnik	21
c) Isotopentechnik	22
d) CO_2 Exhalation	23
7. Muster der Magenentleerung und gefundene Entleerungszeiten in der Literatur	24
8. Magenentleerung bei Säuglingen	25

9. Störungen der Magenentleerung	28
Erwachsene	
a) emotionale Einflüsse	28
b) körperliche Traumen	29
c) Metabolische- und Elektrolytstörungen	31
d) Alkohol und Medikamente	32
Säuglinge	
a) Cardiospasmus Pylorospasmus	33
b) Aerophagie und Spucken	34
V. Eigene Untersuchungen zur Verweildauer von Nahrungsmitteln	36
1. Voraussetzungen und untersuchtes Material	36
2. Methode	37
3. Auswertung und Rückschlüsse	39
a) Transformation	39
b) Regression	40
c) Beziehung zwischen Todeszeitpunkt und Verweildauer von Mischkost	40
d) Beziehung zwischen Todeszeitpunkt und Verweildauer von Kohlehydratnahrung	42
e) Beziehung zwischen Todeszeitpunkt und Verweildauer von Babynahrung	42
VI. Diskussion	44
VII. Zusammenfassung	46
VIII. Literaturverzeichnis	48
IX. Anhang	53

Über die Bedeutung der Untersuchung des Mageninhaltes zur Todeszeitbestimmung.

I. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten ist eine Vielzahl von neuen Erkenntnissen bezüglich der Magenverweildauer von Nahrungsmitteln und des zeitlichen Ablaufs der Magenentleerung von Physiologen und Gastroenterologen erarbeitet worden, die bisher noch zuwenig in die gerichtsmedizinische Praxis, die seit alters her die Untersuchung des Mageninhaltes zur Einengung des Todeszeitpunktes heranzog, Eingang gefunden hat.

Deshalb will die vorliegende Arbeit die neueren theoretischen Gesichtspunkte in ihrer Bedeutung für den zeitlichen Ablauf der Magenentleerung darstellen und anhand von systematischen Untersuchungen die praktische Anwendbarkeit in der Gerichtsmedizin überprüfen und eine brauchbare Handhabung erarbeiten.

Nach Berg (1969) "kommt es bei der Auswertung von Leichenbefunden zur annähernden Feststellung des Todeszeitpunktes in erster Linie auf die Brauchbarkeit der Schätzung für die polizeilichen Ermittlungen an, nur selten wird später der prozessuale Beweiswert einzelner Befunde erörtert... Die Auswertung des Magenbefundes gewinnt in unserer Praxis im Zusammenhang mit der letzten Mahlzeit des Toten... förmlich zentrale Bedeutung...."

Daher soll zu Beginn der Arbeit zunächst die gerichtsmedizinische Fragestellung konkretisiert werden und anhand der Literatur Aussagen zur Verweil-

dauer von Nahrungsmitteln gemacht werden, bevor die physiologischen Grundlagen der Magenverdauung und Entleerung dargestellt werden.

Im letzten Abschnitt werden eigene Untersuchungen zur Verweildauer von Nahrungsmitteln und zur Magenentleerungszeit beschrieben, und ihre Anwendungsmöglichkeit für die gerichtsmedizinische Praxis im Hinblick auf eine Einengung des Todeszeitpunktes diskutiert.

II. Gerichtsmedizinische Fragestellung und Literatur

1. Gerichtsmedizinische Fragestellung

Die Untersuchung des Mageninhaltes in der Gerichtsmedizin zum Zwecke der Einengung des Todezeitpunktes und damit als Art wissenschaftlicher Beweis im Strafprozess wurde schon lange herangezogen. Dies geht auch aus der Fragestellung hervor "hatte der Verstorbene kurz vor seinem Tod gegessen und wieviel Zeit ist verflossen zwischen der Einführung der Speise und dem Tod?", wörtlich entommen aus Ferrai (1901). Bereits um die Jahrhundertwende war die Untersuchung des Mageninhaltes im Hinblick auf die Einengung des Todeszeitpunktes angewandt worden, allerdings ohne entsprechende wissenschaftliche Grundlagen, mit denen sich nur Wenige beschäftigten. So hatte sich Corin (1898) mit der Magenverweildauer von Kaffee beim Lebenden beschäftigt, Giggelberger (1886) promovierte über die Dauer der Magenverdauung von Fleischspeisen und veröffentlichte darin eine Tabelle verschiedenster Fleischspeisen nebst ihrer Aufenthaltsdauer im Magen je nach Gewicht und Zubereitung. Dabei fand er eine mittlere Aufenthaltszeit der ungemischten Fleischkost im Magen von 3-4^h. Theodor Hammel beschäftigte sich schon 1882 mit den "Verdauungsvorgängen im Magen unter verschiedenen Einflüssen." Ferrai (1901) unternahm Versuche an Hunden und postulierte eine relevante postmortale Verdauung von Eiweiß, die noch ca. 7-8 Stunden vorstatten gehen solle. Ähnlich kritisch äußerten sich auch Sonderegger (1960) und Lunemann (1920), die unabhängig voneinander zu dem Schluß kommen, daß der Verdauungsbefund des Mageninhaltes "für die Todes-

zeitbestimmung und den Gewebstod in gerichtlich-medizinischer Beziehung nicht verwertbar ist."

Dagegen plädierten Sorge (1904) und besonders Haberdas (1908) für die Relevanz der Untersuchung des Magen-Darm Inhaltes für die Todeszeitpunktbestimmung. Auch Merkel (1922) propagiert die Anwendung dieser Methode, obwohl seiner Meinung nach "noch postmortem die chemische verdauende Funktion des Magensaftes, insbesondere solange der Pepsinsalzsäuresaft noch wirkungsfähig ist, von Bedeutung sein kann," dagegen "die postmortale oder agonale Peristaltik für den Magen kaum in Betracht kommt, sodaß mit dem Eintritt des Todes meines Erachtens kein Inhalt des Pfortner-teiles mehr den Magen verläßt." Anhand von Fallbeispielen demonstriert Merkel die Anwendungsmöglichkeit der Untersuchung des Mageninhaltes:

"Bei der Sektion eines in einem Dorfweiher tot aufgefundenen Mannes, der nicht ertrunken, sondern, wie die Obduktion ergab, erstochen worden war, fanden sich im Magen 250 ml einer Kartoffelsuppe. Der Tatverdächtige gab an, daß er ca. 2^h vor der Auffindung den Getöteten noch gesehen habe. Die Ermittlungen ergaben jedoch, daß der Getötete am Vortage, d.h. ca. 12^h vorher, eine Kartoffelsuppe gegessen hatte. Unter Berücksichtigung, daß bei der Todauffindung die Todesstarre bereits voll ausgeprägt und auch eine deutliche Waschhautbildung vorhanden war, konnte aufgrund des Magenbefundes widerlegt werden, daß der Getötete noch kurze Zeit vor der Auffindung leben konnte. Der Tatverdächtige legte ein Geständnis ab, daß die Tat bereits am Vortage geschehen war."

Die gerichtsmedizinische Fragestellung bezüglich der Auswertung des Magenbefundes präzisiert Merkel so, wie sie auch heute noch gilt: "Wann hat der Getötete vor seinem Tod oder wie lange vor der Auffindung der Leiche noch gegessen; Welche Speisen hat er aufgenommen und wo hat er sie eventuell bekommen? Wenn Art und Zeit der letzten Nahrungsaufnahme durch Zeugen festgelegt sind, wann ist dann wahrscheinlich der Tod eingetreten oder wann hat die zum Tode führende Gewalteinwirkung stattgefunden?"

II. 2. Literaturübersicht zur Verweildauer von Nahrungsmitteln

Hormuth (1939) faßte die damals bestehenden gerichtsmedizinischen Erfahrungen über den Füllungs- und Zustand des Magens zur Todeszeitbestimmung in der Weise zusammen, daß bei einer größeren Mahlzeit mit einer Magenverweildauer von 2-3^h, gelegentlich bis zu 8^h zu rechnen sei, bei einer landläufig gemischten Kost mit einer Dauer bis zu 4^h, sehr fetter Kost bis zu 5^h. Einschränkend gibt er an, daß unter pathologischen Verhältnissen die mutmaßliche Todeszeit nur annähernd geschätzt werden dürfe, die psychischen Momente seien dabei weitgehend zu berücksichtigen, die postmortale Verdauung sei jedoch ohne wesentlichen Einfluß. Breitenecker (1959) hat in einem Mordfall neben der Untersuchung des Magen-Darmtraktes erstmals auch Überlegungen über die Menge der aufgenommenen Speisen angestellt und wie sich später herausstellte, erfolgreich aus der Menge der gekauften Rohmaterialien (Spinat) Rückschlüsse auf die Portionen, damit auf die Zahl der Mahlzeiten und

daraus auf die Todeszeit gezogen. Rose (1979) postuliert, daß die Magenentleerungszeit einer kräftigen Mahlzeit, normale Verdaunungsverhältnisse vorausgesetzt, niemals 6^h überschreitet, daß sie aber unter gleichen Voraussetzungen weniger als 3^h betragen könne; Wasser- oder Salzlösung alleine verlasse den Magen, wiederum normale Verhältnisse vorausgesetzt, sehr schnell, d.h. in 12-15 Minuten vollständig. Die Menge des Mageninhaltes könne das Doppelte an Volumen der aufgenommenen Nahrung betragen durch die Magensaftsekretion. Mit einer Verzögerung der Magenentleerung ist zu rechnen bei chronischen Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes (bs zu 14^h) bei Angst, Schreck, nach Medikamenten und Narkose oder Genuß von Alkohol (siehe spätere Kapitel). Würdigt man die Literatur abschließend, so ist zunächst folgendes festzustellen.

1. Die Untersuchung des Mageninhaltes ist prinzipiell dazu geeignet, eine Aussage über die Verweildauer von Nahrungsmitteln und somit über die Magenentleerung im Hinblick auf eine Einengung der Todeszeit zu gestatten.
2. Die bshrigen Erbebnisse beruhen größtenteils auf Einzeluntersuchungen und erlauben keine generelle gerichtsmedizinische Anwendung.
3. Um zum Ziel zu kommen, an Hand von Diagrammen die Magenentleerung bzw. Verweildauer von Nahrungsmitteln im Hinblick auf die Einengung der Todeszeit zu beurteilen, sind sowohl die neueren Ergebnisse der verdaunungsphysiologischen Forschung zu berücksichtigen als auch systematische Untersuchungen von Mageninhalten Verstorbener notwendig.

III. Physiologie der Magenverdauung

Zunächst soll ein kurzer Abriß zur Physiologie der Magenverdauung mit Einschluß der Speichelsekretion gegeben werden.

III. 1. Speichelsekretion

Bereits im Munde beginnt die Verdauung des Stärkeanteils der Nahrung durch die Amylase des Speichels. Sowohl der Parasympathicus wie auch der Sympathicus besorgen die venöse Versorgung der Speicheldrüsen. Nach selektiver Erregung, die reflektorisch durch afferente Impulse aus den Rezeptoren der Mundschleimhaut und den Geschmackszellen der Zunge geschieht, wird bei trockenen Speisen reichlich dünnflüssiger Speichel abgesondert, während bei fester und breiiger Nahrung besonders die Schleimsekretion angekurbelt wird. Der Speichel ist bei großen Sekretmengen nahezu isoton zum Blut, bei langsamer Sekretionsgeschwindigkeit dagegen hypoton. Die durchschnittliche Speichelmenge beim Menschen liegt zwischen 500 und 1000 ml. In der Nahrungspause werden ca. 1 ml pro Stunde sezerniert, so daß bei Nüchternzustand nun wenig oder gar kein Speichel im Magen nachweisbar ist.

III. 2. Magensaftsekretion

Der Magensaft besteht aus einer nahezu isotonen HCL-Lösung, die in den Belegzellen des Magenantrums gebildet wird und bereits in den Drüsenschläuchen in der originalen Konzentration von ph 0,8-1,2 aufgefunden wird. Dazu enthält er die Endopeptidase Pepsin, deren Vorstufe Pepsinogen von den Hauptzellen

der DrüsenSchläuche gebildet wird. Der normale ungereizte Magen enthält nur geringe Magensaftmengen, Katsch (1953) gibt als Durchschnittsmenge 20-30 ml an, oft kann im ungereizten Magen überhaupt kein Magensaft durch Aspiration gewonnen werden.

Im Nüchternzustand stellt der Mageninhalt ein Gemisch von Magensaft und verschlucktem Speichel, manchmal auch noch von Speiseresten oder von durch Regurgitation zurückgelaufenem Darminhalt dar. Nach einer reichlichen Mahlzeit ist mit einer Magensaftmenge von mindestens 1 Liter zu rechnen, die Menge des Nüchternsekrets beträgt ca. 60 ml.

III. 3. Steuerung der Magensekretion

Die Magensaftsekretion wird unterteilt in eine basale, nicht stimulierte, und eine postprandiale, stimulierte Verdauungsperiode, die in einer cephalischen, gastralen oder intestinalen Phase verläuft. Die Sekretion aller genannten Phasen beginnt unter Normalbedingungen gleichzeitig und die Phasen überschneiden sich zeitlich.

Die Stimuli der cephalen Phase wie Denken an schmackhafte Nahrung, Erwartung, Anblick, Geschmack, Geruch, Kauen oder Schlucken von Speisen wirken auf Rezeption mit Neokortex und subcorticalem Gebiet und werden von dort über das limbische System und den Hypothalamus zu den Vaguskerne geleitet und greifen über die nervi vagi zum Magen.

Die gastrische Phase, die über 3-4 Stunden andauern kann Konkurek, Classen (1976), ist der Anteil der Sekretion, der ausgelöst wird, wenn ein Stimulus im Bereich des Magens wirksam wird. Die Kontrollkompo-

nenten der gastrischen Phase sind neben dem Vagusreflex noch lokale cholinerge Reflexe der Magenwand, beide ausgelöst durch mechanische Dehnung, Histamin sowie eine Gastrinfreisetzung durch lokale Stimulation von verschiedenen chemischen Stoffen (Peptide, Aminosäuren, Alkohol usw.) und durch einen pH-Anstieg durch in der Nahrung enthaltene Puffersubstanzen (hauptsächlich Proteine). Während der intestinalen Phase werden ein oder mehrere Hormone aus der Schleimhaut freigesetzt, ausgelöst durch Nahrungsbauprodukte, Dehnung des Darmes sowie durch cholinerge Komponenten, wobei es zuerst zu einer Steigerung, später zu einer Verminderung der Magensekretion kommt. Konkurek, Classen.

Weitere, die Magensekretion beeinflussende Stimuli sind vor allem emotionaler Art: Angst und Schmerz führt zur Hemmung von Sekretion und Motilität, während Streß und Ärger zu Hypersekretion und Hypermotilität führen. Eine stimulierende Wirkung auf die Magensaftsekretion haben auch endokrine Stoffe wie Glucocorticoide und Insulin.

IV. Physiologie der Magenentleerung

Der Magen enthält und speichert Nahrung, mischt sie mit Magensaft und transportiert sie nach bestimmten gesetzmäßigen Kriterien ins Duodenum. Die Reservoirfunktion erfüllt der obere Magenanteil, während Durchmischung, Verkleinerung und Entleerung in den kaudalen Abschnitten, bestehend aus distalem Corpus und Antrum, vonstatten gehen. Beaumont, Marbia und Salamanca leisteten Pionierarbeit zur Untersuchung der Magenentleerung und Motilität.

IV. 1. Anatomische Überlegungen

Zum besseren Verständnis der motorischen Vorgänge, insbesondere des Transportablaufs im menschlichen Magen, seien hier einige anatomische und physiologische Ausführungen vorangestellt.

Der motorische Apparat des Magens besteht aus 3 Muskelschichten, die durch ihre Anordnung die Möglichkeiten der Bewegungstypen vorgeben. Die äußerste Schicht unter der Tunica serosa ist die Längsmuskelschicht, die primär in 2 breiten Bändern über große und kleine Kurvaten läuft und deren Fasern sich am Pylorus zusammendrängen. Diese Muskelschicht reguliert die Magenlänge, indem sie lokal begrenzt kleine Abschnitte verkürzt. Nach innen folgt dann die Ringmuskelschicht, die spiralgig um den Magen läuft, aber in der paraösophagealen Region nicht nachweisbar ist. Diese Muskelschicht bewirkt eine spiralgige Ausweitung des Magens, ihre Fasern verschmelzen zusammen mit denen der longitudinalen Muskelschicht im Pfortnerbereich. Diese prominente Verdickung spiegelt den Pylorus wider, der einen anatomischen

Sphinkter am gastroduodenalen Übergang darstellt. Der physiologische Sphinkter der Pylorusregion ist nicht eindeutig definiert und soll später diskutiert werden. Nur im Bereich des Corpus ventriculi ist noch als innerste Schicht die Schrägschicht ausgebildet.

Die sympathische Innervierung des Magens geht von dem 6. bis 10. Spinalnerven aus und zieht zum Ganglion coeliacum, von dem postganglionäre Fasern zum Magen ziehen. Die parasympathische Innervierung hat ihren Ursprung im unteren Kern des Nervus vagus und erreicht den Magen über vorderen und hinteren Vagus. Es existiert auch ein autonomes Nervensystem des Magens, das mit den Neuronen des Plexus Myentericus und Auerbach in Verbindung steht, und dessen afferente Fasern aus der Magenwand verschiedene Rezeptoren stimulieren. Die Integrierung afferenter und efferenter Impulse erfolgt in verschiedenen Stufen im Spinalmark, der Medulla oblongata, dem Zwischenhirn, Hypothalamus und Cortex (s. Hemmung der Magenverdauung bei zentraler Schädigung).

IV. 2. Kontraktile Aktivität

Der orale Anteil des Magens zeigt keine oder nur eine geringe kontraktile Aktivität bei der direkten Betrachtung oder bei intraluminalen Druckmessungen mit kleinen Ballonkathetern oder open-tip Kathetern. Nach einer Mahlzeit kann der Magen mehr als 1 Liter Ingesta ohne irgendeine Änderung des intragastralen Drucks enthalten, da der Tonus der Muskelzüge mit der Füllung reflektorisch nachläßt, sodaß die Magenwände erschlaffen. Man bezeichnet diesen Vorgang als

"rezeptive Relaxation."

Im Gegensatz zu den oralen Anteilen, die als Reservoir für die aufgenommene Nahrung und Flüssigkeit dienen, zeigt das Antrum eine ausgeprägte kontraktile Aktivität mit tonischen und peristaltischen Kontraktionen. Die sogenannte antrale peristaltische Pumpe dient damit primär der Durchmischung und Weiterbeförderung ins Duodenum. Druckmessungen im ruhenden, kaudalen Magenabschnitt zeigen einen Druck, der mit dem intraabdominellen Druck weitgehend identisch ist.

Im gefüllten Magen bleibt der intraluminale Druck in den Perioden zwischen Kontraktionen in Folge der rezeptiven Relaxierung konstant. Feste und breiige Speisen bilden schmale Schichten in der Reihenfolge, wie sie geschluckt wurden. Die Nahrung lagert sich gleichmäßig an den Magenwänden entlang an, sodaß die zuerst aufgenommenen Portionen nach außen zu liegen kommen, während die späteren durch Dehnung des Corpus weiter nach innen plaziert werden. Vorteil: Verdauung von Kohlehydraten durch die Speichelamylasen kann fortgesetzt werden - im sauren Milieu des Magensaftes würden die Amylasen sonst ihre Aktivität verlieren (Kramer).

Flüssigkeiten neigen dazu, an den festen Speisen vorbeizufließen und sich rasch ins Antrum und Duodenum zu ergießen. Die Annahme, daß Flüssigkeiten entlang der kleinen Kurvatur den Pylorus vor festen Speisen erreichen, hat sich nicht ganz bestätigen lassen (Konturek). Die propulsive motorische Aktivität beginnt fast unmittelbar nach Nahrungsaufnahme. Zunächst sind die Kontraktionen relativ schwach,

nach einigen Minuten werden sie immer kräftiger und lassen 3 Arten von Wellen erkennen, die in Typ I, II und III-Wellen unterteilt werden.

Typ I und II-Wellen sind rythmische Druckanstiege mit einer Frequenz von 2-4 Kontraktionen pro Minute und einer Dauer von 2-20 sec. Ihre primäre Funktion ist die Durchmischung und Vorwärtsbewegung des Speisebreis. Typ III-Wellen bewirken einen Druckanstieg für ungefähr eine Minute, sie sind relativ selten und irregulär. Die Frequenz der peristaltischen Kontraktionen folgt dem basalen elektrischen Rythmus. Der Mageninhalt wird von der peristaltischen Kontraktion in Richtung auf den gastroduodenalen Übergang hergetrieben, von dem er in kleinen Portionen ins Duodenum entleert oder als Resultat der ankommenden Kontraktion in den Magen zurückbefördert wird. Die Frequenz und die Dauer der propulsiven und retropulsiven Bewegungsabläufe im distalen Magenabschnitt werden zum großen Teil von der Konsistenz der eingenommenen Nahrung bestimmt. In der Spätphase der Verdauung werden die peristaltischen Kontraktionen immer tiefgreifender und können zu fast vollständiger Verlegung des Antrums führen. Da sich die Erregung sehr rasch ausbreitet, kontrahiert sich der Pylorus fast gleichzeitig und der Druck erreicht etwa 10-25 mmHg über Ausgangswert. So kommt es zyklisch zu einer "systolischen" Kontraktion, die Mageninhalt durch den Pylorus ins Duodenum befördert.

In der interdigestiven Phase zeigt der leere Magen in etwa 60% der Beobachtungszeit keine kontraktile Aktivität (Konturek). Die Charakteristika der Magen-

kontraktion während einer Hungerphase unterscheiden sich nicht von denen in der interdigestiven Phase. Spezielle Hungerkontraktionen gibt es nicht, das Hungergefühl korreliert nicht mit kräftigen Kontraktionen, die während einer anhaltenden Nüchternperiode registriert werden. Diese werden durch den Vagus vermittelt und resultieren aus einer Zunahme der Aktivität des Hypothalamus und der medullären Zentren in Folge der Abnahme der Glucoseutilisation Konturek, Davenport (1971).

IV. 3. Elektrische Aktivität des Magens

Mittels der Elektromyographie der Magenmuskulatur lassen sich 2 Arten von elektrischen Aktivitäten erkennen, einmal die relativ langsamen elektrischen Wellen des Grundrythmus und zum anderen Aktionspotentiale. Erstere werden auch Magenschrittmacherpotentiale genannt (Konturek 50,51,52). Sie verlaufen beginnend in einer Schrittmacherregion nahe der Cardia, die ungefähr alle 20 sec. neue Impulse aussendet, mit stereotypem Rythmus. Ihre Frequenz über die longitudinale Muskulatur von Corpus und Antrum hinweg ist mit 3/Minuten konstant und unabhängig von der Frequenz der Magenkontraktionen, sie können sogar ohne diese auftreten. Hauptfunktion scheint die Integration von Muskelbewegungen der kaudalen Magenabschnitte zu sein.

Beim 2. Typ von elektrischer Aktivität handelt es sich um Spike-Potentiale. Nur diese sind mit Magenkontraktionen korreliert, da sie eine Koppelung der elektrischen Wellen mit mechanischen Kontraktionen bewirken. Da die langsamen Wellen autonom verlaufen,

können nur die spike-potentiale von verschiedenen Faktoren ausgelöst werden, die somit eine gewisse Kontrolle der Magenkontraktionen ausüben.

IV. 4. Kontrolle der kontaktilen Aktivität:

- a) Diese werden grundsätzlich durch myogene Faktoren, extrinsische und intrinsische Nerven und verschiedene Hormone beeinflusst, allerdings ist die Verteilung dieser Kontrollmechanismen im caudalen Magenabschnitt anders als in oralen, der zwar eine beachtliche Dehnungskapazität zeigt ohne dabei den intraluminalen Druck zu ändern, aber nur schwache Kontraktionen. Infolge einer reflektorischen Kontraktion und einer Zunahme des Magentonus über den N. vagus nimmt dann die Größe des oralen Magenanteils kontinuierlich ab. Eine mechanische Einwirkung wie die Dehnung des Magens spielt eine wichtige Rolle bei der Koppelung der elektrischen Welle mit mechanischer Aktivität und bewirkt somit eine provozierte Peristaltik.
- b) Durch den Dehnungsreiz werden auch gleichzeitig intramurale Ganglienzellen erregt, die entweder auf kürzestem Reflexbogen oder über bulbäre Zentren den Vagus aktivieren. Dessen Impulse führen zu einer Zunahme in der Frequenz der langsamen Wellen, der Spikes und der Kontraktionen. Eine trunkuläre oder selektive Vagotomie führt zu einer Abnahme der Spikes, während sich die Frequenz der langsamen Wellen nicht verändert, sondern nur ihre

Amplitude. Der Vagus ist auch zusammen mit dem Plexus coeliacus am sogenannten enterogastralen Reflex beteiligt, der für die reflektorische Hemmung der Magenmotilität verantwortlich ist, wie sie nach Stimulation der Säure-Fett- und Osmorezeptoren der Duodenalschleimhaut beobachtet wird.

- c) An der hormonellen Kontrolle der Motilität scheinen alle gastrointestinalen Hormone beteiligt zu sein. Gastrin stimuliert die Frequenz der langsamen Wellen und der Antrummotilität (Cooke 67,68), verlangsamt aber insgesamt die Magenentleerung (Hunt, Ramsbottom). Sekretin hemmt die Magenkontraktion und führt zu einer Abnahme der Spikes, die Entladung der langsamen Wellen ist aber unverändert (Chvasta). Cholezystokinin hemmt ebenso die Magenkontraktionen, und Motilin, ein relativ neues Peptid, stimuliert die elektrische Aktivität und die Kontraktion in allen Magenabschnitten (Brown). Am Beispiel von Gastrin konnte gezeigt werden, daß die mechanische und elektrische Funktion des Magens unabhängig von der Geschwindigkeit der Magenentleerung sein kann. Diese wird im Wesentlichen durch örtliche Faktoren bestimmt, also durch den Magen selbst, den Pylorus sowie das Duodenum.

IV.5. Steuerung der Magenentleerung

- a) Auf die Rolle des Fundus als Reservoir, welches einer rezeptiven Relaxation unterliegt,

wurde schon hingewiesen. Wilson und Kelly glauben, der Fundus könnte der Ort für die Regulation der Entleerung von Flüssigkeiten sein. Ebenso wurde auch die Rolle des Antrums, die durch seine ausgeprägten tonischen und peristaltischen Kontraktionen bestimmt ist, schon beschrieben. Die gleichen Autoren wie oben glauben, daß das Antrum die Entleerung von festen Speisen reguliert, was auch mit Ergebnissen von Dozois korreliert. Die Rolle des Pylorus wird von den verschiedenen Autoren unterschiedlich beurteilt. Fest steht nur, daß die Dehnung des Magens durch die Menge des Inhaltes der einzige Faktor ist, der die Entleerung beschleunigt. Der Hauptfaktor des Entleerungswiderstandes ist mechanischer Art, nämlich die durch den Pylorus gebildete Enge. Obwohl verschiedene Studien zeigen, daß die Pylorusregion sich wie ein Teil des Antrums verhält (Edwards und Rowlands), ist nachgewiesen worden, daß am gastroduodenalen Übergang eine Hochdruckzone existiert, die einen physiologischen Sphinkter darstellt, welcher Magenentleerung und Reflux von Duodenum reguliert, Sekretion und Cholezystokinin sowie andere intestinale Hormone erhöhen den Ruhedruck des Pylorus und bewirken somit eine Hemmung der Magenentleerung (Fisher, Cohen). Die Hemmung der Magenentleerung hängt aber im Wesentlichen von duodenalen Faktoren ab, wobei unterschiedliche Rezeptoren in der Duodenalschleimhaut die Hauptrolle zu spielen scheinen, z.B. be-

schreiben Hunt et. al. Säure-, Fett- und Osmorezeptoren in der Duodenalschleimhaut. Jeder Rezeptortyp fühlt die Konzentration seines Substrates im entleerten Mageninhalt und reduziert die weitere Entleerung über Reflexe oder Hormone.

- b) Saure Lösungen verzögern die Entleerung umso mehr, je größer die Konzentration von H^+ -Ionen ist. Ein pH von 3,5 oder weniger führt zu einer nachhaltigen Hemmung der Entleerung; eine gewisse Rolle spielen aber auch die Anionen, denn in Anwesenheit größerer Anionen-Moleküle wird eine höhere Säurekonzentration zur Stimulation benötigt.
- c) Lösungen verlassen den Magen am schnellsten, wenn ihr osmotischer Druck 200 m osml/l ist. Senkungen des osmotischen Drucks unter diesen Wert haben nur gering verzögernden Effekt, konzentriertere Lösungen verzögern proportional. Die Osmorezeptoren sollen im Duodenum unter dem Bürstensaum sitzen und bei hypertonen Lösungen schrumpfen, bei Hypotonen jedoch anschwellen, ähnlich einem roten Blutkörperchen (Hunt, Knox).
- d) Roberts war einer der ersten, der die Hemmung der Magenmotilität durch eine Vielzahl von natürlichen Triglyceriden zeigte. Quingley und Meschan verglichen Triglyceride mit freien Fettsäuren und fanden eine viel geringere Hemmschwelle für letztere. Hunt und Knox studierten den Effekt der Kettenlänge verschiedener Salze und Fettsäuren.

e) Der physikalische Zustand der Mahlzeit ist von großer Bedeutung, z.B. verläßt Haferschleim den Magen viel schneller als trockene Kohlehydrate, (Hedblom und Cannon) (1909)) und große Fleischbrocken werden länger zurückbehalten als Hackfleisch (London, 1925). Die Konsistenz der Mahlzeit scheint besonders für die Initialphase der Entleerung des Magens bedeutend zu sein, Wilson et. al. (1929). Auch Hunt und Mac Donald (1954) untersuchten den Einfluß des Volumens auf die Magenentleerung, nachdem erstmals von Iggo (1955) und Paintal (1954) entsprechende Rezeptoren im Magenmuskel beschrieben worden waren.

Sie fanden heraus, daß die Entleerungsrate ihrer gegebenen Standardmahlzeiten reproduzierbar war und von 3 Dingen abhing:

- 1) vom Volumen der gegebenen Mahlzeiten und zwar derart, daß je größer das Volumen, desto größer auch die initiale Entleerungsrate.
- 2) vom Verhältnis des Volumens des Mageninhaltes zum Volumen, welches schon in den Darm geflossen war
- 3) von der Vordehnung, die der Magen oder Darm vor der Mahlzeit erfahren hatte.

IV. 6. Untersuchungsmethoden der Magenentleerung

Das heutige Wissen über den Ablauf der Magenentleerung beruht auf Untersuchungen, die im vorigen Jahrhundert begannen, als Beaumont (1833) die ersten Beobachtungen an einem Patienten mit traumatischer Magenfistel machte. Von nur noch historischem Wert sind ebenso die Untersuchungen von Leube (1833), der sieben Stunden nach einer Mahlzeit aus Buillon, Kartoffelpüree und Brot über eine "Schlundsonde" Mageninhalt aspirierte und von Rehfuß, der 1927 seine "fractional test meal"-Methode veröffentlichte. Die modernen Verfahren zur Quantifizierung der Magenentleerung lassen sich in 3 Gruppen einteilen: Röntgentechnik, Sondentechnik mittels Intubation und Benutzung von Isotopen. Jede dieser Methoden hat im praktischen Umgang ihre Grenzen.

a) Röntgenverfahren

Die ersten Untersuchungen mit Röntgenstrahlen machten Cannon (1902) und Kästle (1910), wobei ihr hauptsächliches Interesse mehr dem Ablauf der Magenperistaltik galt. Emery und Moore (1931) gaben ihren Probanden zuerst Bariumbrei. Van Liere und Sleeth (1940) verbesserten die Methode durch Gabe eines Gemisches von Bariumsulfat mit einer standardisierten Kohlenhydratmahlzeit. Oberhelman beschrieb 1959 ein ähnliches Verfahren, wobei er Fleisch, Milch, Toast und Mehlspeise mit Bariumsulfat mischte. Obwohl alle 3 Versuche reproduzierbare Ergebnisse erhielten, kritisierte Cappot diese Methode, da Bariumsulfat die Magenschleimhaut irritiert und eine beschleunigte Entleerung hervorruft. Außerdem trennt sich der Bariumbrei

von den Nahrungsbestandteilen wegen seines hohen spezifischen Gewichtes und verläßt den Magen schneller als die Speise. Horton u.a. (1965) vermieden diese Nachteile, indem sie "enteric-coated Bariumgranules" benutzten, das ein erheblich niedrigeres spezifisches Gewicht als Bariumsulfat aufweist. Die Patienten erhielten das Granulat zusammen mit einem normalen Frühstück und wurden nach verschiedenen langen Intervallen geröntgt. Es ergaben sich Magenentleerungszeiten von 4-8 Stunden. Mit diesen Röntgenverfahren läßt sich nur die lokale Entleerungszeit als die Zeit, bis das gesamte Barium den Magen verlassen hat, bestimmen. Um Aufschluß über den Ablauf der Entleerung zu bekommen, haben andere Untersucher durch Aufnahmen in verschiedenen Ebenen versucht abzuschätzen, wann der Magen noch zu 75%, 50% oder 25% gefüllt ist. Diese Methode hat aber beträchtliche Fehlermöglichkeiten, da von einer zweidimensionalen Aufnahme auf das Volumen geschlossen wird. (Sun 1950)

b) Sondentechnik

Mageninhalt, der mit einem Marker versetzt ist, über eine Magensonde in bestimmten Zeitintervallen zu sammeln ist schon lange eine verbreitete Methode, um die Mengenentleerung abzuschätzen (Hunt und Spurrell 1951). Indem man die Menge und die Konzentration des Markers in jeder Sammelperiode mißt, kann die Entleerungsrate berechnet werden, unter der Bedingung, daß der Marker sich nicht von der Mahlzeit abtrennt, wie es z.B. bei Triglyceriden möglich ist (Hunt 1959). Hunt fand

dabei, daß der Verlauf der Magenentleerung einer Exponentialfunktion gleicht. Diese Methode ist verläßlich und reproduzierbar, aber als Routineuntersuchung ungeeignet, da eine wiederholte Sondierung dem Patienten zugemutet wird und nur flüssige Testmahlzeiten verwendet werden können. George modifizierte 1968 mit seinem "double sampling test meal" das Verfahren und konnte dabei die Ergebnisse von Hunt bestätigen. Meerof et al. (1973) beschrieben einen Test, bei dem gleichzeitig Aussagen über Absorption und Digestion gemacht wurden. Über eine Duodenalsonde wurde das Duodenum mit einer Flüssigkeit gespült, bis ein steady state erreicht war. Nachdem eine Testmahlzeit mit Marker gegeben wurde, wurde durch Untersuchung des fraktioniert abgesaugten Duodenalsaftes errechnet, wie schnell der Indikator den Magen verließ. Es ist nicht auszuschließen, daß die Sonde den Ablauf der Antrumfunktion stört. Versuche, die Sondentechnik auch für feste Nahrung zu benutzen, sind von Fordtran et al. 1973 ausgeführt worden. Durch intragastrale pH-Messung und Titrierung mit NaHCO_3 schlossen sie auf das Ausmaß der Magenentleerung. Da das Milieu des Magens unphysiologisch verändert werden muß, ist der Wert der Ergebnisse in Frage zu stellen.

c) Isotopentechnik

Da bei röntgenologischen Untersuchungen nur der Zeitpunkt der lokalen Magenentleerung exakt bestimmt werden kann und die Sondentechnik nur Aufschluß über die Entleerung von flüssigen Test-

mahlzeiten gibt, benutzt man seit mehreren Jahren nuklearmedizinische Verfahren, um die Magenentleerung auch bei Gabe fester Nahrung zu untersuchen.

Griffith u.a. gaben 1966 ihren Probanden eine feste Testmahlzeit, die mit ^{51}Cr markiert war. Sie fanden, daß der Aktivitätsabfall der Gammastrahlen über dem Magenareal einer Exponentialfunktion glich. Dieses Ergebnis entspricht den Werten, die Hunt und Spurell 1951 für flüssige Nahrung erhalten hatten. Diese Methode wurde vielfach variiert durch Verwendung anderer Isotope und Ersatz des Scanners z.B. durch die sogenannte Gamma-Kamera (Harvey u.a. 1970). Auch die Testmahlzeiten wurden verschiedentlich abgeändert, so daß die Ergebnisse für die Magenentleerungszeiten von Zentrum zu Zentrum schwanken.

Ein Vergleich von Heading u.a. (1971) zwischen ^{113}In und ^{51}Cr bei Verwendung der gleichen Testmahlzeit hat gezeigt, daß ^{51}Cr den Magen langsamer verläßt, da es an feste Nahrungsbestandteile adsorbiert wird, während Indium mit der flüssigen Phase aus dem Magen transportiert wird.

d) $^{14}\text{CO}_2$ -Extralationsmessung

Untersuchungen zur Magenentleerung mittels der $^{14}\text{CO}_2$ -Exnalationsmessung wurde 1977 von Triehelt beschrieben. Der Verlauf und die Höhe der Exnalationskurve sind indirekte Parameter der Magenentleerung. Alle diese Methoden kommen bei rechtsmedizinischen Untersuchungen nicht in Frage, hier bleibt nur die Messung des Mageninhaltes über

Spann, Baur).

IV.7. Muster der Magenentleerung und gefundene Entleerungszeiten in der Literatur

Allgemein läßt sich zum Muster der Magenentleerung nach den Ergebnissen der physiologischen Untersuchungen folgendes sagen:

Trotz Aufnahme unterschiedlicher Nahrungsmittel läuft das Grundmuster immer ähnlich ab (Griffith). Nach Hunt und Mac Donald (1954) spielt sich die Entleerung des Mageninhaltes, der aus Sekretion und aufgenommenen Ingesta besteht, in 3 Phasen ab: das Haupt- oder Basismuster der Entleerung zeigt eine exponentielle Abnahme des Volumens. Während dieser Phase entleert sich bei optimaler Durchmischung eine konstante Fraktion der Mahlzeit in den Darm. Hunt und Spurell (1951) schreiben sogar, daß jeder Mensch seine eigene lineare Abhängigkeit zwischen dem log. des im Magen gefundenen Volumens und der bis dahin vergangenen Verdauungszeit zeigt. Die Entleerungszeit wurde als Intervall zwischen dem Abschluß der Nahrungsaufnahme und der Zeit bis zum Verbleib eines Restvolumens von 10 ml betrachtet.

In der Initialphase geht nach Hunt und Mac Donald der Ausstoß entweder schneller oder langsamer als nach der Kurve zu erwarten wäre, vonstatten, während in der Schlußphase der Ausstoß größer ist als nach Extrapolierung des Basismusters zu erwarten wäre. Wann genau die Schlußphase einsetzt, hängt von der Größe des Anfangsvolumens ab. Auch Hopkins (1966) beschreibt das Modell eines exponentiellen Entleerungsmusters, das eine sanfte Kurve beschreibt, wenn

man das Volumen gegen die Zeit aufträgt. Er gibt aber auch an, daß es sich nicht für den Ablauf gegen Ende der Verdauung halten läßt, da die Entleerung hier gewöhnlich schneller ist. Nach Hopkins läßt sich die Phase des exponentiellen Verlaufs fast in einer geraden Linie ausdrücken, wenn man den log. des Volumens der Testmahlzeit gegen die Zeit auf einer linearen Skala aufträgt.

Flüssige Nahrung verläßt den Magen viel schneller als feste, Leitungswasser z.B. hat eine Entleerungszeit von 12-15 Minuten (Chadhuri, 1974). Die Entleerung von Kohlehydraten, Proteinen und Fetten geschieht nach bestimmten Regeln. Die Konsistenz der Mahlzeit ist für die Entleerung von großer Bedeutung, grobe Bestandteile einer Mahlzeit erfahren im digitalen Magenanteil eine Verzögerung. Zusammenfassend fanden sich bei den verschiedenen Autoren und den unterschiedlichsten Untersuchungsmethoden folgende Magenentleerungszeiten, die für den Gerichtsmediziner nur vage Anhaltspunkte sein können:

Mc Grgor und Malagelanda kommen für die vollständige Magenentleerung auf Zeiten zwischen 3 und 4 Stunden, andere Autoren bewegen sich zwischen einer Stunde und knapp 7 Std.

(Hunt 136 F 33 Min., Schröder 205 Min., Lindekogel 6^h40', Rose 6^h).

Die halbe Magenentleerungszeit wird zwischen 20 Min. (Hunt 21,8 F6,1) und 107 Min. (Mc Gregor) angegeben.

IV.8.1. Magenentleerung bei Säuglingen

Nach Demuth (1926) entspricht jeder Säuglingsnahrung eine eigene Magenentleerungszeit und bei vergleich-

barer Körpergröße, Gesundheitszustand und der gleichen Art von Milchnahrung treten erhebliche individuelle Schwankungen der Magenverweildauer auf, Lange (1960). Schon um die Jahrhundertwende untersuchten Czerny und Wohlmann die Magenentleerungszeit gesunder Brustkinder. Mit der Sondentechnik fanden sie ausnahmslos den Magen schon nach $1\frac{1}{2}$ -2 Stunden leer. Untersuchungen von Krüger (1921) ergaben für Frauenmilch bei 11 Brustkindern eine Verweildauer von $2\frac{1}{4}$ bis 2 Stunden, Lange findet bei 10 Brustkindern mit der Sondenmethode eine Verweildauer von 2-4 Stunden und darüber.

Für Milchgemische bzw. künstliche Säuglingsnahrung ($\frac{2}{3}$ Nestle Milch, $\frac{2}{3}$ Kondensmilch) liegt bei Lange die kürzeste Zeit der Magenverweildauer bei 3 Stunden, die längste bei über 4 Stunden. Groos (1964) fand für künstliche Säuglingsnahrungen bei 50 Säuglingen zwischen dem 1. und 4. Trimenon mit der Röntgenmethode Verweildauern von 3 Std. 53 Min. bis 5^h 8 Min. Pasteurisierte Kuhmilch ergibt bei den Versuchen von Ebel (1953) an 27 Kindern von 5 Wochen bis 13 Jahren mittels Röntgenmethode eine Verweildauer von 3,5-5 Stunden, Gützlaff und Jochims (1954) fanden bei 40 Versuchen mit pasteurisierter Kuhmilch meistens eine Magenentleerungszeit zwischen 210 und 300 Minuten.

IV.8.2.

Die Magenentleerung ist auch beim Säugling als exponentiell verlaufend akzeptiert. Signer (1974) unterscheidet noch einen monophasischen Typ, dessen Entleerung einen einfachen exponentiellen Verlauf

zwischen 10 und 100 Minuten nach einer künstlichen Säuglingsmilch zeigt (T/2 zwischen 45 und 141 Minuten) und einen diphasischen Typ, dessen Mageninhalt nach Nahrungsaufnahme eine Stase von 30 Minuten zeigt und dann erst in das exponentielle Entleerungsmuster übergeht.

Die unterschiedlichen Entleerungszeiten sind z.T. durch verschiedene für die Nahrungsaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern spezifische Faktoren erklärlich.

Zweifellos signifikante Unterschiede in der Entleerungszeit werden durch die Zusammensetzung der Nahrung hervorgerufen. Entscheidend bei den Milchen ist die Menge und Zusammensetzung der Fette und Proteine. Frauenmilch verläßt den Babymagen schneller als Kuhmilch oder künstliche Milchmischungen. Der Zustand der Milch spielt eine zu vernachlässigende Rolle, homogenisierte Kuhmilch zeigt laut Ebel (1953) die gleiche Magenentleerungszeit wie einfache pasteurisiert, auch war es für die Magenentleerung einerlei, ob diese beiden Milchsorten in verdünnter Form oder als Halb- oder Zweidrittermilch gegeben wurden. Flaschennahrung, die aus Sterilmilch statt aus pasteurisierter Milch bereitet worden ist, scheint den Magen des Säuglings nach Grützlaß und Jochims (1954) im Durchschnitt um 21,8 Minuten schneller zu verlassen, was eventuell auf die aufgehobene Labflockung zurückzuführen sei.

Einen unbestreitbaren Einfluß auf die Magenentleerung hat offensichtlich die Körperhaltung des Neugeborenen. Nachdem Smith und Le Wald (1915) als erste die Bedeutung der Körperhaltung des Neugeborenen für

die Verdauungsfunktion betonten, fanden bald darauf verschiedene Autoren die Rechtsseitenlage als günstiger. Spezifische Untersuchungen von Yn (1975) an 48 Neugeborenen zeigte, daß der Magen in der Rechtsseiten- und Bauchlage schneller als in der Linksseiten- oder Rückenlage entleert wird. In diese Untersuchungen waren auch Frühgeborene und sogenannte smallfordate-babies einbezogen, die keinen Unterschied zur Magenentleerung von normalgewichtigen ausgetragenen Babies zeigten.

Daß das Alter und Gewicht der mit Milch gefütterten Säuglinge keine große Rolle spielt, bestätigen auch Schell et. al. (1963) und Signer (1974), zumindest bei den untersuchten Babies bis 6 Wochen. Keinen signifikanten Unterschied der Magenentleerung findet Signer (1974) in Bezug auf das Geschlecht.

Auch scheint das Volumen der Milchmahlzeit keinen Einfluß auf die Dauer der Magenentleerung zu haben; Theile fand, daß kleine Milchportionen genauso lange im Magen verbleiben wie normalgroße. Zusammenfassend ist also zu bemerken, daß die Zusammensetzung der Säuglingsmilch und die Körperposition des gesunden Säuglings die Magenentleerung beeinflussen, Alter, Gewicht und Geschlecht aber eine zu vernachlässigende Rolle spielen.

IV.9. Störungen der Magenentleerung

1. Erwachsene

a) emotionale Einflüsse

Die nach obigen Gesetzen "regelrechte" Entleerung des Magens wird durch vielerlei Faktoren gestört.

Der Einfluß der Psyche auf die Magenmotilität ist eine für jedermann erfahrbare Tatsache. Bennett und Venables (1920) fanden bestimmte Gesetzmäßigkeiten, als sie ihre Versuchspersonen mittels Hypnose in verschiedene Gefühlszustände versetzten: Die Untersucher fanden dabei, daß das suggerierte Gefühl von Brechreiz den scharfen peak der Säureproduktion völlig verhinderte und zudem den Pylorus fest verschloß. Die Suggestion von intensivem Hungergefühl wie auch die Vorstellung, intensiven Hunger zu befriedigen, bewirke eine beneidenswerte Beschleunigung der Magenentleerung. Eine merkliche Verzögerung der Entleerungsrate konnte durch die Suggestion extremer Furcht hervorgerufen werden. Moore und Schenkenberg (1974) berichten, daß die Erwartung einer appetitanregender Mahlzeit bei ihren Versuchspersonen der wichtigste Faktor war, um die Salzsäureproduktion zu stimulieren, allerdings war die Versuchsperson mit Hilfe von Biofeedbackmethoden in der Lage, ihre Säuresekretion zu steigern oder zu vermindern.

Kramer (1980) berichtet über psychische Einflüsse auf die Magentätigkeit anhand von Patienten mit einer Magenfistel. Danach hemmen Ekel vor Speisen, Depressionen, Angstzustände und Schmerzen die Magensekretion, während aggressive Gemütszustände und Konfliktsituationen die Sekretion anhaltend steigern. Dabei findet sich eine stark gerötete und geschwollene Schleimhaut als Vorstufe einer Gastritis.

b) nicht nur psychische Alterationen, auch körper-

liche Traumen wie Unfälle, Operationen und verschiedene Erkrankungen interferieren mit der Magenentleerung.

Einen hemmenden Einfluß haben Laparatomien, die die Magenentleerung bis zu 36^h verzögern können, was mit der gesteigerten Aktivität des Sympathicus und dem Schmerzreiz erklärt wird (Dudley, Rimer). Andere intraabdominelle Traumen wie Peritonitis, Magen Ca, Pankreatitis, Appendicitis, intraabdominelle Hämatome und Gallenwegsaffektionen scheinen einen hemmenden Einfluß auf die Magenentleerung zu haben (Rimer 1966). Ein Magenulcus zeigt nur dann einen meist hemmenden Einfluß auf die Magenentleerung, wenn es in Pylorusnähe sitzt oder mit einem Duodenalulcus vergesellschaftet ist. Das im Corpus gelegene ulcus hat keinen hemmenden Einfluß auf die Magenentleerung (Griffith 1968).

Eine beidseitige Vagotomie führt zunächst zu einer Retention von Mageninhalt, nach ca. 6 Monaten normalisiert sich aber die Magenentleerung und Mobilität (Rose). Einen beschleunigenden Effekt auf die Magenentleerung zeigt dagegen das ulcus duodeni, Griffith (1968). wobei die Patienten auch eine Hypersekretion aufweisen. Eine Magenresektion mit Gastrojejunostomie bewirkt eine beschleunigte Passage von Flüssigkeiten ähnlich einer Antrektomie, wobei hier die Entleerung fester Speisen nicht beeinträchtigt wird.

Auch extraabdominelle Traumen oder Operationen wie Verletzungen im Uro-Genitalbereich, z.B. auch eine einfache Harn-Katheterisierung, Schädel-Hirn

Traumen und Hirn Tumore mit erhöhtem Hirn-Druck können die Magenentleerung verzögern (Rimer, Rose). Rose fand bei der Autopsie von Personen, die im Krankenhaus nach einer schweren SHT mit Coma starben bis zu 500 ml flüssigen Materials im Magen, mit Brocken unverdauter Nahrung, die bis zu 5 Tagen alt waren.

- c) Metabolische Störungen, wie sie bei Urämie, Diabetes und sowohl Hyper- wie auch Hypothyreoidismus auftreten, führen ebenso zu Verzögerungen der Magenentleerung. Die verzögerte Magenentleerung beim Diabetiker wird mit der diabetischen Neuropathie in Zusammenhang gebracht, die sozusagen zu einer Auto-Vagotomie des Körpers führt und dann die beobachtete sogenannte "gastroparesis diabetorum" auslöst (Kassander 1958, Hall 1976). Elektrolytstörungen wie Hyper- und Hypocalcämie und Hypokaliämie bewirken ebenfalls eine verzögerte Magenentleerung (Rimer).

Selten findet sich in der Literatur eine Angabe über die zeitliche Dimension der Verzögerung oder Beschleunigung, die die Magenentleerung durch all diese Faktoren erfährt. Nach einer Gastroenterostomie, Pyloroplastik oder subtotalen Resektion wird die maximale lokale Magenentleerung mit 4 Stunden angegeben, (Stordy 1969). Bei verletzten Kindern fanden Anästhesisten noch Speisen im Magen bis zu 24 Stunden nach der Verletzung (Smith), bei Erwachsenen wurde ebenfalls von Anästhesisten eine Retention von festen Speisen im Magen von über 10 Stunden bei präoperativen Angstzuständen oder leichten Verletzungen wie

Knochenbrüchen, dagegen von über 2 Tagen nach schweren Verletzungen festgestellt, Rose (1963).

- d) Eine weitere große Gruppe der Störfaktoren einer normalen Magenentleerung bilden die Drogen in Form von Alkohol und Medikamenten. Der Magen ist im allgemeinen kein wichtiger Ort zur Absorption von Medikamenten; sie nehmen nur Einfluß auf die Magenentleerungs-Zeit, wenn sie vor der Mahlzeit genommen und absorbiert wurden, so daß sie entweder die Kontraktionen der glatten Muskulatur oder die Abgabe von Hormonen, die die Magenaktivität modulieren, beeinflussen. In einigen Studien stellte man Korrelationen von Blutspiegeln von Medikamenten her und fand z.B. eine Verzögerung der Magenentleerung durch Atropin (Adjepon-Yannoah) z.B. vor Operationen gegeben, bestimmten Antihistaminika (Prescott) trizyklischen Antidepressiva (Consolo) Sympathikomimetika, Cholinesterasehemmern (Anästhesie!), Sedativa, Analgetika und Anästhetika (Prescott + Prescott (1974). Morphinum und narkotisch wirkende Analgetika steigern den Tonus der glatten Muskulatur und stören die normale Peristaltik, wodurch die Magenentleerung verzögert wird (Crone, Nimmo). Eine Steigerung erfährt die Magenentleerung durch Cholinergika, die die Magentätigkeit erhöhen (Hamilton), durch Reserpin (Liebowitz) wie auch durch Metoclopramide, das mit dem Procainamid verwandt ist (Robinson). Im Gegensatz zu den Medikamenten ist der Magen für den Alkohol mit seinem niedrigen Molekulargewicht und großer Diffusionspotenz sehr wohl ein wichtiger Resorptionsort. Leider exi-

stieren nicht viele gute kontrollierte Studien und die Aussagen sind variabel. Bei gleichzeitiger Nahrungsaufnahme scheint Alkohol zu keiner relevanten Verzögerung der Magenentleerung zu führen. In einer gut kontrollierten Studie wurde nachgewiesen, daß die Aufnahme von 120 ml Whiskey unmittelbar vor einer Mahlzeit die Magenentleerung verzögert. Sie bewegt sich bei den Probanden, die die Mahlzeit ohne vorherigen Alkoholgenuß einnehmen, zwischen 52 und 211 Minuten, mit Alkohol erzielten die selben Probanden eine Zeit von 79 bis 414 Minuten, (Barboriak 1970). Tierversuche lassen darauf schließen, daß die Verzögerung der Magenentleerung nach Alkoholgabe eher durch eine zentrale Intoxikation und weniger durch direkte Schädigung der Schleimhaut ausgelöst wird (Tennent), manchmal läßt sich sogar ein Pylorospasmus beobachten (Greenberg).

IV.9.2. Störungen der Magenentleerung beim Säugling

- a) Einzeitlich begrenzter vorübergehender Cardiospasmus, (also eine nicht erschlaffende Cardia, die gleichwohl nicht hypertrophisch ist) beim Neugeborenen kann von Zeit zu Zeit auftreten (Birnberg) und eine Behinderung der Passage in den Magen selbst hervorrufen, womit sich auch die Magenentleerungs-Zeit verzögert. Unbestritten verzögert eine kongeniale hypertrophische Pylorusstenose die Magenentleerung, angegebene Zeiträume in der Literatur schwanken je nach Testmahl und Ausprägung der Erkrankung zwischen 30 Minuten Verzögerung, Findlay (1938) und bei

Calmin und Demenholz zeigen 51 von 55 Kindern nach einer Zeit von 4 Stunden noch eine Retention von 60-100%!

Signer beobachtete bei schweren Fällen von hypertrophischen Pylorusstenose eine Stase des Mageninhaltes in der Zeit zwischen 90 und 110 Minuten nach Nahrungsaufnahme. In derselben Studie berichtet Signer auch darüber, daß eine *E coli* gastroenteritis die Magenentleerung des Säuglings verzögert.

- b) Luft erreicht Magen und duodenum innerhalb der ersten 30 Minuten des Lebens (Thiele) und ist von da ab charakteristischerweise während der ganzen Kindheit in großen Mengen im ganzen Intestinaltrakt bis zum Rectum nachweisbar. Der Hauptanteil dieser Luft wird über den Nasopharynx aufgenommen und mit der Nahrungsaufnahme geschluckt. Mit jedem Schluck Milch wird ein Luftbolus mitbefördert, je energischer das Baby saugt, desto größer wird die Gasblase. So ist verständlich, daß eine gesteigerte Aerophagie, die zu Erbrechen, Bauchschmerzen und Koliken führen kann, auftritt, wenn erhöhte Atemarbeit geleistet werden muß, z.B. wenn eine Obstruktion der Nase durch Schnupfen vorliegt oder vermehrt Luft durch eine Hasenscharte oder Gaumenspalte mitgeschluckt wird oder auch ein langsamer Milchfluß (z.B. durch eine Öffnung 2 mm im Sauger) vorliegt (Maglian und Hansen). Aus der Luftansammlung am Pylorus resultiert eine Retention der Mahlzeit. Mit der Passage der verschluckten Luft ins Duodenum dehnt sich dieses

aus und inhibiert weiterhin die Magenentleerung. (Miller und Ostrum 1945). Wahrscheinlich ist die exzessive Luftansammlung im Magen neben der Anämie, die bekanntermaßen zu Verlangsamung der Magenentleerung führt (Van Lieve, Sleeth) auch der Grund, warum Kindern mit RDS eine verzögerte Magenentleerung zeigen, wie Yu an 12 Kindern demonstrierte.

V. Eigene Untersuchungen zur Verweildauer von Nahrungsmitteln

1. Voraussetzungen und untersuchtes Material

Die Untersuchungen wurden am gerichtsmedizinischen Institut der Universität München im Zeitraum von November 81 bis März 82 durchgeführt, um zu klären, ob sich anhand der bei Oduktionen erhobenen Befunde und bekannter Vorgeschichte eine Beziehung zwischen Art und Länge der bekannten letzten Nahrung zur aufgefundenen Nahrungsmenge und dem Todeszeitpunkt herstellen läßt, und damit bei unbekannten Fällen durch Vergleich mit der anhand dieser Untersuchung rechnerisch ermittelten Werten eine Aussage bezüglich des Zeitintervalls zwischen letzter Nahrung und Tod gemacht werden kann.

Die im folgenden beschriebenen Ergebnisse beziehen sich auf 126 Sektionen, davon 23 Säuglinge im Alter von 1,5 bis 18 Monaten.

Die Trennung in Erwachsene und Säuglinge wurde vorgenommen, weil sich bei Säuglingen sowohl die Art der Speise (Brei, Milch,) als auch das Zeitintervall zwischen den einzelnen Mahlzeiten von den Eßgewohnheiten Erwachsener unterscheidet.

Bei den Erwachsenen wurde getrennt in Mischkost (82 Fälle) und Kohlehydratnahrung (21 Fälle).

Diese Unterscheidung mußte getroffen werden, da aus früheren Untersuchungen bekannt ist, daß sich die Entleerungszeiten des Magens je nach Fett-, Eiweiß- und Kohlehydratgehalt der Mahlzeit ändern.

Die aufgenommenen Speisenmengen lagen bei den Säuglingen zwischen 50ml und 220ml pro Mahlzeit, bei den

Erwachsenen bei Mischkost zwischen 100 und 1000g, bei Kohlehydatkost zwischen 70 und 600g.

2. Methode

Generelle Voraussetzung für die Einbeziehung eines Falles in die Untersuchung war

- a) genaue Kenntnis des Zeitpunkts der letzten Nahrungsaufnahme und des Todeszeitpunkts, sowie
- b) möglichst exakte anamnestische Angaben über Menge und Zusammensetzung der letzten Nahrung (diese Angaben wurden freundlicherweise von den ermittelnden Behörden zum Sektionszeitpunkt geliefert). Diese muß grundsätzlich bei der Obduktion durch makroskopischen Vergleich bestätigt werden. Bei Übereinstimmung wird der Mageninhalt sorgfältig entnommen und ausgewogen, wobei Restmengen unter 10g nicht berücksichtigt wurden, da in diesen Fällen die Unterscheidung zwischen physiologischer Schleimsekretion und echtem Restinhalt nicht möglich ist.

Da vor allem die Menge der aufgenommenen Mahlzeit von Angehörigen im allgemeinen etwas ungenau angegeben wird, wurden sowohl Gaststättenportionen als auch Hausfrauenportionen (bestimmt durch Nachkochen und Abwiegen vor Genuß) berücksichtigt.

Es wurde außerdem versucht, bei trockener Nahrung (z.B. Brot) die körpereigene Sekretion zu berücksichtigen, ein gefundener Restinhalt im Magen von über 120% der aufgenommenen Menge jedoch ausgeschlossen.

Nicht berücksichtigt blieben ferner wegen der

schnellen Magenpassage die während der Mahlzeit aufgenommenen Flüssigkeiten.

Häufig vorkommende unterstellte Mengen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

- c) Bei Mischkost wurde ein Normalkollektiv und Restkollektiv (n=35) gebildet.

Das Normalkollektiv setzt sich, um physische Alterationen weitgehend auszuschalten, lediglich aus Fällen eines plötzlichen und unerwarteten Todesgeschehens, wie Tod an der Unfallstelle, oder plötzlicher Tod aus natürlicher Ursache, zusammen. Damit ist dieses Kollektiv vereinheitlicht und vergleichbar.

Das Restkollektiv setzte sich aus Fällen mit anamnestisch bekannten und bei der Obduktion festgestellten Hirntumoren, sowie operativen Veränderungen und Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes bzw. der Bauchorgane zusammen und beinhaltet überhaupt jeglichen Krankenhausaufenthalt.

Ferner sind in diesem Kollektiv Vergiftungen oder Fälle alkoholischer oder medikamentöser Beeinflussung zum Todeszeitpunkt enthalten. Alle diese Kriterien lassen keine Aussage bezüglich der Rückrechnung auf den Todeszeitpunkt mehr zu, wie Abb. 1 zeigt.

- d) Im Falle der Kohlehydratnahrung konnte kein Normalkollektiv gebildet werden, da reine Kohlehydratnahrung sehr selten ist und diese fast nur bei Fällen zu beobachten war, die nach längerem Krankenhausaufenthalt, also unter psychischem Stress oder Medikamenteneinnahme verstarben.

- e) Von den insgesamt 23 untersuchten Säuglingen wurde wiederum ein Normalkollektiv ($n=14$) gebildet, worin nur Fälle von plötzlichem Kindstod ohne erkennbares Trauma oder Erkrankung des Magen-Darm-Traktes Verwendung fanden und die Leiche bei Auffindung noch nicht erkaltet war.

Nicht verwendet wurden Ergebnisse von Säuglingen, denen andere als Milchnahrung verabreicht wurde bzw. deren Magen leer war oder mit einem Schleimrest bis 10mm ausgekeleidet war.

3. Auswertung und Rückschlüsse

Der aufgefundene Mageninhalt wurde nun in Relation zur aufgenommenen Menge gesetzt und gegen die Zeit zwischen letzter Nahrungsaufnahme und Todeseintritt aufgetragen. (Vgl. Abb. 1 für Mischkost, Abb. 3 für Kohlehydrate und Abb. 4 für Babies).

- a) Eine logarythmische Transformation der Zeitintervalle nach der Gleichung $y=\log.(y+1)$ und eine quadratische Transformierung der Restinhalte ($x=x^2$) führte zu einer linearen Abhängigkeit mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,75 beim Mischkostkollektiv, von 0,38 bei Kohlehydratnahrung und von 0,69 bei Babynahrung. Die Zeitintervalle bei bestimmten Restinhalten sind nach dieser Transformation annähernd normal verteilt, mit nahezu konstanter Streuung, zumindest bis zu einem Restinhalt von ca. 80%. Die durch diese Transformation normalisierten Meßwerte erfüllen näherungsweise auch die theoretisch geforderten Bedingungen: keine Zeitintervalle über 28 Std. und keine Restinhalte weit über 100%.

- b) Die lineare Regression der transformierten Zeitintervalle und Restinhalte (Mischkost) ist in Abb. 2 dargestellt, ebenso mit 90% und 98% Vertrauensgrenze der Einzelwerte. Diese Kurve wurde durch Rücktransformation der Regressionsgeraden und der Vertrauensgrenzen in den linearen Maßstab ermittelt.
- c) Sind Art und Menge der aufgenommenen Nahrung bekannt, so kann bei Bestimmung des Restinhalts im Magen ein wahrscheinliches Zeitintervall sowie ein Mindest- und Maximalintervall zwischen Nahrungsaufnahme und Todeseintritt angegeben werden. Dies ist bei zweiseitiger Betrachtung mit 90%iger und 98%iger Sicherheit, bei einseitiger Betrachtung mit 95%iger und 99%iger Sicherheit möglich. Um feststellen zu können, welche Auswirkungen psychische Belastungen wie Krankenhausaufenthalt, alkoholische Beeinflussung und pathologische Veränderungen des Magen-Darm-Traktes haben, wurden diese Fälle ebenfalls gesammelt, und, ohne in die Berechnung einzugehen, mit dem Normalkollektiv (Abb. 1, ausgefüllte Sechsecke) verglichen. Aus Abbildung 1 ist zu entnehmen, daß Alkoholgenuß ($n=17$, offene Sechsecke) mit Werten zwischen 0,3 Promille und 3,18 Promille keine wesentliche Veränderung bei der Magenentleerung zu bewirken scheint. Hat die Alkoholisierung jedoch ein tödliches Ausmaß (4,47 Promille, Nr. 1 in Abb. 1) erreicht, dann sind die Aussagen über den Zeitpunkt der letzten Nahrungsaufnahme nicht möglich. Gleiches gilt für einen Vergiftungstod (Nr. 2 in Abb.1).

Krankenhausaufenthalt (n=8, offene Vierecke in Abb.1) von 2 bis 134 Tagen zwischen Unfallereignis und dem Tod bewirkt ebenfalls keine statistisch faßbare Veränderung der Magenentleerungszeit. Es scheint so zu sein, daß die Magenentleerung eher schneller vor sich geht als bei üblicher Mischkost.

Anhand dieser Untersuchungen ist folgende Aussage möglich (Vgl. Normalkollektiv Abb. 1):

Werden bei der Obduktion 50% der aufgenommenen Mischkost im Magen nachgewiesen, dann wurde die letzte Mahlzeit wahrscheinlich zwischen 3 und 4 Std. vor dem Tod aufgenommen, mit 98%iger Sicherheit nicht kürzer als 1 Std. und nicht länger als 10 Std.

Finden sich bei Sektion Reste einer Mischkost, aber keine Angaben über den Zeitpunkt der letzten Nahrung, so läßt sich mit der genannten statistischen Sicherheit sagen, daß diese Reste von einer bis zu 16 Std. zurückliegenden Mahlzeit stammen können. Ist der Magen bei Sektion leer, so hat ein Erwachsener knapp 2 Std. vor seinem Tod keine Mischkost mehr zu sich genommen.

Es ist erkennbar, daß in Fällen einer Todauffindung (Vgl. Nr. 3 mit Nr. 8 in Abb. 1), falls Zeitpunkt und Art der letzten Nahrung bekannt sind, der wahrscheinliche Todeszeitpunkt bestimmt werden kann. Ebenso zeigt sich, daß, sobald Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes (Magendurchbruch bei ulcus, Nr. 9 in Abb. 1) oder Schädel-Hirn-Traumen (Nr. 10 in Abb. 1) vorliegen, anhand des Mageninhaltes nicht auf den Todeszeitpunkt

zurückgeschlossen werden kann.

- 3d) Eine reine Kohlehydratnahrung wurde selten beobachtet. Ein Normalkollektiv konnte aus beschriebenen Gründen nicht gebildet werden, zudem der Alkoholisierungsgrad nicht berücksichtigt ist.

Bei der geringen Gesamtzahl der Fälle ($n=21$) ist es nicht möglich, Vertrauensgrenzen anzugeben. In Abb. 3 sind lediglich die 90% Toleranzgrenzen für die Stichprobe angegeben. aus der Regressionsgeraden können nur wahrscheinliche Entleerungsraten abgelesen werden, jedoch ohne Angabe einer statistischen Sicherheit.

Danach ist folgende Aussage möglich: Finden sich Reste einer Kohlehydratnahrung von 30% der aufgenommenen Menge im Magen, dann hat die letzte Mahlzeit wahrscheinlich 2,5 Std. vor dem Tod stattgefunden.

Finden sich bei Sektion Reste einer Kohlehydratnahrung, so kann der Betroffene diese bis zu 6 Std. vor seinem Tod zu sich genommen haben, wird ein leerer Magen aufgefunden, so hat ein Erwachsener wahrscheinlich in den letzten 45 Min. keine Kohlehydratkost zu sich genommen.

- e) Bei Säuglingen bis zum Alter von 10 Monaten erhobenen Befunde sind in Abb. 4 dargestellt ($n=14$). Bei der geringen Zahl der untersuchten Fälle ist eine Berechnung der Vertrauensgrenzen unzulässig, deshalb wurde lediglich versucht, ob eine Regressionsgerade der gemessenen Werte möglich ist. Dies ist ohne Transformation mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,69 gegeben.

Betrachtet man die Abb. 4, dann scheint bei Säuglingen einerseits der Mageninhalt linear abzunehmen, andererseits im wesentlichen nach 4 Std. entleert zu sein.

Auch hier finden sich deutliche Veränderungen bei Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes und Schädigung des Gehirns, wofür der mit Nr. 1 in Abb. 4 bezeichnete Fall spricht: ein Kind, das stationär wegen einer Säuglingsintoxikation behandelt wurde und bei dem anlässlich der Obduktion Kleinhirnblutungen festgestellt wurden.

Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit der Literatur (Ebel, Gützlaff, Lange, Tobler). Lange fand, daß die Magenentleerung unabhängig von der Milchart und der Menge zwischen 3,5 und 5 Std. liegt.

VI. Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, mit Hilfe des Mageninhaltes von menschlichen Leichen Rückschlüsse auf den Todeszeitpunkt zu ziehen bzw. herauszufinden, ob die Verdauung einem bestimmten zeitlichen Verlauf folgt und wie sich verschiedene Faktoren wie Alkohol, Traumen, und psychische Belastungen auf diesen Verlauf auswirken.

Meine Ergebnisse wurden zum Teil durch eine Transformation ermittelt, wie sie ähnlich auch Overhelman und Hunt anwandten: sie zeigten, daß die Entleerungsrate in Relation zur Menge des Mageninhaltes eine lineare Funktion ist, und deshalb die Beziehung zwischen der Zeit nach der Nahrungsaufnahme und dem Logarithmus der Menge des Mageninhaltes auch linear ist.

Betrachtet man die Abb. 4, so fällt auf, daß bei Babies unmittelbar nach Nahrungsaufnahme maximal noch 80% anstatt der erwarteten 100% der aufgenommenen Menge im Magen zu finden ist. Dies kann damit zusammenhängen, daß, wie Irving und Wolman schreiben, der bulbus nie ganz geschlossen ist. Außerdem dauert die Nahrungsaufnahme bei Babies schon so lange, daß derweil der Verdauungsvorgang schon beginnt.

Vergleicht man die Literaturhinweise zur Verweildauer von Nahrungsmitteln, so finden sich z.B. bei Rose Angaben, die zu unseren Ergebnissen im Widerspruch stehen: Mit der Isotopenmethode fand er für eine typische Mischkostmahlzeit eine halbe Entleerungszeit von 23 bis 77 Min.

Bei Untersuchungen mit Bariumsulfatbrei (wobei bekannt ist, daß der Bariumsulfatbrei im Magen durch sein hohes spezifisches Gewicht von 3,5 von den Nahrungsmitteln dissoziiert, zu Boden sinkt, und dort schneller verdaut wird als der darüber befindliche Speisebrei) kommt Rose auf eine Maximalentleerungszeit von 6 Std., minimal 3 Std.

Während der Alkoholspiegel in unserem Untersuchungsgut bis zu einer toxischen Grenze von über 4 Promille keinen gravierenden Einfluß auf die Entleerungszeit hatte, finden sich in der Literatur (Barboriak, Meade) Hinweise, daß Alkohol vor dem Essen die Entleerungszeit immer, aber mit großen Abweichungen, verzögert.

Wie der Abb. 1 zu entnehmen ist, scheinen die psychischen Belastungen durch Angst und Schmerzen bei Krankenhausaufenthalten in unserem Kollektiv nicht die erwartete entscheidende Verzögerung der Magenentleerung bewirkt zu haben (Vgl. Rose und Rimer).

Ob die Verweildauer von Speisen mit steigendem Fettgehalt der Nahrung entscheidend ansteigt (Davenport berichtet von einer Zunahme von normalerweise 4-5 Std. auf 16-20 Std.) konnte in der vorliegenden Arbeit bei zu geringer Fallzahl nicht untersucht werden, außerdem haben wir die mikroskopische Auswertung des Mageninhaltes nicht berücksichtigt. Durch die Trennung in Kohlehydrate und Mischkost konnte nur festgestellt werden, daß sich die Verweildauer von Speisen durch Zugabe von Fett und Eiweiß erhöht.

VII. Zusammenfassung

Mageninhaltmessungen wurden bei insgesamt 126 Leichen, davon 103 Erwachsene und 23 Babies vorgenommen.

Zeitpunkt und Art der letzten Nahrungsaufnahme sowie Todeszeitpunkt waren bekannt.

Die Erwachsenen wurden nach Kohlehydrat (n=21) und Mischkostmahlzeit getrennt, bei den Babies wurden nur diejenigen mit Milchnahrung (n=14) einbezogen.

Innerhalb des Mischkostkollektivs wurde ein Normalkollektiv (n=47) gebildet, das nur gesunde, akut Verstorbene enthielt, die keinem psychischen Stress und keinen chirurgischen Eingriffen während eines Krankenhausaufenthaltes unterlegen waren, und nicht unter Medikamenten- oder Alkoholeinfluß standen.

Beim Normalkollektiv zeigte sich einerseits, daß nach aufgenommener Mischkost der Magen frühestens nach 2 Std. leer sein kann, andererseits können Reste von Mischkost noch bis zu 16 Std. nach Nahrungsaufnahme gefunden werden.

Beim Restkollektiv fand sich keine Verzögerung der Magenentleerung durch Alkohol bis zu einer toxischen Grenze von 4 Promille oder durch psychischen Stress, wohl aber durch chirurgische Eingriffe oder schwere Traumen.

Bei reiner Kohlehydratnahrung kann der Magen bereits nach 45 Min. leer sein bzw. noch 6 Std. später Reste von Kohlehydratkost gefunden werden.

Bei Säuglingen scheint der Magen im wesentlichen nach 4 Std. entleert zu sein, wobei der Mageninhalt linear abnimmt.

Werden unbekannte Fälle mit dem anhand dieser Untersuchung rechnerisch ermittelten Werten verglichen, so können Rückschlüsse auf das Zeitintervall zwischen letzter Mahlzeit und Tod gezogen werden.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

- | | |
|-------------------------------|--|
| Adjepon-Yannoah, K.K . | Brit.journ. of Anaesthesia
Vol 45, Nr. 2 (1973) 143-147 |
| Barboriak, J.J. | Am journal of clinical nutrition
Vol. 23, Nr. 9 (1970) 1151-1155 |
| Beaumont, W. | Experiments and observations on
gastric juice and the physiology of
digestion |
| Bennett/Venables | Brit. med. journ. Vol. 30 (1920) |
| Berg, S. | Beiträge zur gerichtl. Med. 25
(1969) 61-65 |
| Breitenecker, L. | Bestimmung der Todezeit an Leichen
Vortrag in der österreichischen Ge-
sellschaft für Strafrecht und Kri-
minologie 19.3.59 |
| Birnberg, T. | Am. J. dis. child 38 (1929) 1138 |
| Brown, J.C. | Physiol. pharmacol. 49 (1971)
399-405 |
| Calvin, Devenholz | Arch. Pediatr. 58 (1941) 26 |
| Cannon, W.B. | Am. J. Physiol. 6 (1902) 250 |
| Capper, W.M. | lt. pers. Mitteilung 1964 |
| Chadhuri, T.K. | J. nuc. med. Vol. 15 Nr. 6
(1974) 391-395 |
| Chvasta, T.E. | Proc. soc. exp. biol. Med. 142
(1973) 137-142 |
| Consolo, S. | European journal of pharmacology
Vol. 10, Nr. 2 (1970) 239-242 |
| Cooke | Gastroenterology 67 (1974) 85-92
Gastroenterology 68 (1975) 804-816 |
| Crone, R.S. | Gastroenterolgy Vol. 32, Nr. 1
(1957) 88-95 |
| Czerney | Prager medizin. Wochenschrift
(1893) 495-510 |
| Davenport, H.W.
Demuth, F. | Physiol. d. Verdauung (1971) 45-57
Ergebn. inn. Med. 29, (1926) S. 90 |

- Dozois, R.R. Gastroenterology 61 (1971) 675-681
- Dudley, H.A.F. Journal of hospital medicine (1975)
Vol. 14, 577-589
- Ebel Zeitschr. f. Kinderheilk. Bd. 72
(1953) S. 342-46
- Edwards u. Rowlands Am physiological society (1968)
1985-2000
- Emery, E.S; Morre, R.T. Am. J. Roentg. 25 (1931) 51
- Ferrai, C. überpostmortale Verdauung;
Vierteljahresschrift gerichtl. Med.
21 (1901) 240-254
- Findley, L. Arch. dis. child. 13 (1938) 145
- Fisher, Cohen Gastroenterology 64, (1973) 67-75
- Fordtran, J.S. J. clin. Invest. 52 (1973) 645
- George, J.D. GUT 9 (1968) 237
- Giggberger, F. Über die Dauer der Magenverdauung
Diss. Erlangen (1887)
- Greenberg, L.A. Journal of studies on alcohol, 3,
(1942) 371
- Griffith, M.B. Gastroenterology Vol. 54, Nr. 1
(1968) 1-7
- Griffith G.H. Lancet 1 (1966) 1244
- Groos, J. Magenverweildauer künstl. Säug-
lingsnahrungen; Diss. Rostock 1964
- Gützlaff, W. Zeitschr. f. Kinderheilk. Bd. 72
(1953) 342-346
- Hammel, T. Über die Verdauungsvorg. i. Magen
Diss. Erlangen (1882)
- Hamilton, G. GUT, Vol. 17, Nr. 4 (1976) 273-279
- Harvey, r.F. et al. Lancet 1 (1970) 16
Hedblom+Cannon Am. J. M. sc. 138 (1909) 504
- Heading, r.C. GUT 12 (1971)
Holczabek, W. Beitr. z. ger. Med. 21 (1961) 23-27
Hopkins J. Physiol. 182 (1966) 144-149

- Hormuth, A. über den Füllungszust. d. Magens
und die Todeszeitbestimmung
Diss. Berlin 1939
- Horton, R.E. Brit. med. J. 1 (1965) 1537
- Hunt Physiol. Rev. 39 (1959) 491-533
- Hunt, J.N. Ramsbotton, N. Br. Med. J. 4 (1967) 386-387
- Hunt/Knox Handbook of Physiol. Sect. 6,
Vol. 4, 1917 (1968)
- Hunt, Mac Donald J. Physiol. 126 (1954) 459-474
- Hunt, J.N., Spurell W.R. J. physiol. (1951) 113, 157
- Iggo, J. Physiol. 128 (1955) 593-607
- Irving+Wolmann progress of medical science in
padiatrics, 793
- Kästle, C. Arch. Roentg. Ray 15 (1910) 3
- Katsch, G. Handbuch d. inneren Med., 4.
Aufl. Bd. III, Springer 1953
- Konturek, Classen Gastrointestinale Physiologie
(1976), Verlag Witzstock
- Kramer Arbeitsbuch Physiologie Kap. IX
Urban u. Schwarzenberg 1980
- Krüger, W. Monatsschrift f. Kinderheilk.
(1921) 21, 257
- Lange, R. Bestimmung d. Magenverweildauer
bei Säuglingen, Diss. Köln Nov.
1960
- Leube, W. Beiträge zur Diagnostik d. Magen-
krankheiten Dtsch. Arch. Klin.
med. 33 (1883) 1
- Liebowitz, D. New Engl. journ. of Med., Vol.
257, Nr. 5 (1957) 227-228
- London, E.S. Experimentelle Physiol. u.
Pathol. d. Verdauung
Berlin, Urban u. Schwarzenberg
(1925) S. 52

- Lunemann, A. Über die Zeitbestimmung d. todes
und den Gewebstod in gerichtl.
med. Beziehung
Diss. Göttingen 1920
- Maglian+Hansen Arch. An de méd. 13 (1973) 18
- Meeroff, I. C. Mayo clin. proc. 48 (1973) 728
- Merkel Dtsch. Z. ges. gericht. Med. 1
(1922) 346-358
- Moore+Schenkenberg Gastroenterology 1974
- Nimmo, W.S. Brit. journ. of clin. pharma-
cology Vol. 2, Nr. 6 (1975)
509-513
- Oberhelman, H.A. "physiology and treatment of
peptic ulcer"
J. Garrot allen Univ. of chicago
press, Chicago 1959
- Paintal J. Physiol. 126 (1954) 255-270
- Prescott, L.F. Brit. journal of clinical pharma-
cology Vol. 1 (1974) Nr. 3
189-190
- Prescott, L.F. "Gruginteractions", Hrsg. Morsel-
la, Raven press, New York (1974)
11-18
- Quingley u. Meshan Am. J. Physiol. (1941) 134,
803-807
- Rehfuss, M.E. diagnosis and treatment of disea-
ses of the stomach, Saunders,
Philadelphia (1927)
- Rimer, D.G. Arch. intern. Med. Vol. 4 (1966)
117
- Roberts Q. J. Med. 24 (1931) 133-152
- Robinson, O.P.W. post graduate medical journal
(1973) Vol. 49, Suppl. 4, 9-12
- Rose, E.F. J. torensic sciences (1979) 24,
200-206
- Schelle et al. journ. of paediatrics 62 (1963)
342

- Signer, E. tecta paed.scand. 64 (1974)
- Smith u. Le Wald Americ. journ. of diseases of children (1915) 9,261
- Smith. R.M. Anaesthesia for emergency surgery in paediatrics v. N.M. Green Philadelphia 1963, p. 99-118
- Sonderegger Zeitbestimmungen nach biol. medizin. Methoden in dem Gebiet d. Rechtsmedizin
- Sorge, A. Zeitschr. f. Medizinbeamte (1904) 17, 373-390
- Spann/Baur Magenfüllung u. Todeszeitpunkt, Beitr. zugerichtl. Medizin, Band XXXVIII (1980)
- Stordy, S.N. Am. journ. of digestil diseases Vol. 14, Nr. 7 (1969) 463-469
- Sun, D.Ch. Amer. J. dig. dis. 4 (1959) 282
- Tennent, D.M. journal of studies on alcohol (1941)
- Theile progress of medical science in paediatrics
- van Liere Arch. of diseases in childhood 50 (1975) 500
- van Liere Amer. J. dig. dis. 7 (1940) 118
- Wilbur + Kelly Am. surg. (1973) 178, 295-303
- Wilson, Dickson Arch. of internal medicine (1929) Vol. 44, 796
- Wohlmann Jahr? d. Kinderheilk. (1891) Bd. 32, 297
- Yu, Victor Archives of diseases in childhood (1975) 50, 500

IX. Anhang

Tabelle für Nahrungsmittel

Abb. 1: Mischkost: Gesamtkollektiv ($n=82$); ● Normalkollektiv, ○ Alkoholwerte zwischen 0,3 und 3,18 ($n=17$); □ Krankenhausaufenthalt ($n=8$); △ Sonderfälle ($n=12$): 1 Alkoholvergiftung, 2 Doxipinvergiftung, 3 mit 8 Totauffindung, 9 Magendurchbruch, 10 Schädel-Hirntrauma, 11 mit 12 Restinhalt unter 10 g. Mittlere Kurve: Regressionsgerade. Äußere Kurven: 90% und 98% Vertrauensgrenzen.

Abb. 2: Mischkost: Normalkollektiv ($n=47$). Restinhalt des Magens bezogen auf die aufgenommene Menge gegen das Zeitintervall zwischen Nahrungsaufnahme und Todeseintritt aufgetragen. Die Werte sind nach der Gleichung $y' = n(y+1)$ und $x' = x^2$ transformiert. Mittlere Kurve: Regressionsgerade. Äußere Kurven: 90% bzw. 98% Vertrauensgrenzen.

Abb. 3: Kohlehydratnahrung: Restinhalt des Magens bezogen auf die aufgenommene Menge gegen das Zeitintervall zwischen Nahrungsaufnahme und Todeseintritt aufgetragen. Mittlere Kurve: Regressionsgerade. Äußere Kurven: 90% Toleranzbereich.

Abb. 4: Säuglinge bis zu 10 Monaten: Restinhalt des Magens bezogen auf die aufgenommene Menge gegen das Zeitintervall zwischen Nahrungsaufnahme und Todeseintritt aufgetragen. 1. Säuglingsintoxikation.

Tabelle für Nahrungsmittel

Gewichte der öfter vorkommenden Nahrungsmittel
(Gaststättenportionen)

Schnitzel	100 g
Salat	50 g
Teller Kartoffelsuppe	150 g
Brot und Breze	40 g
Kuchen (Obst)	120 g
Kuchen (Sand)	30 g
Butterbrot	50 g
Portion Sauerkraut	120 g
Ripperl	120 g
Kartoffel	120 g
Knödel	80 g
Gemüse	80 g
1 Paar Wiener Würstchen	100 g
Portion Leberkäs	120 g
Spiegelei	30 g
saure Gurke	60 g
Kartoffelpuffer	90 g

Gewichte der öfter vorkommenden Nahrungsmittel
(Hausfrauenportionen)

1. Fleisch/Fisch

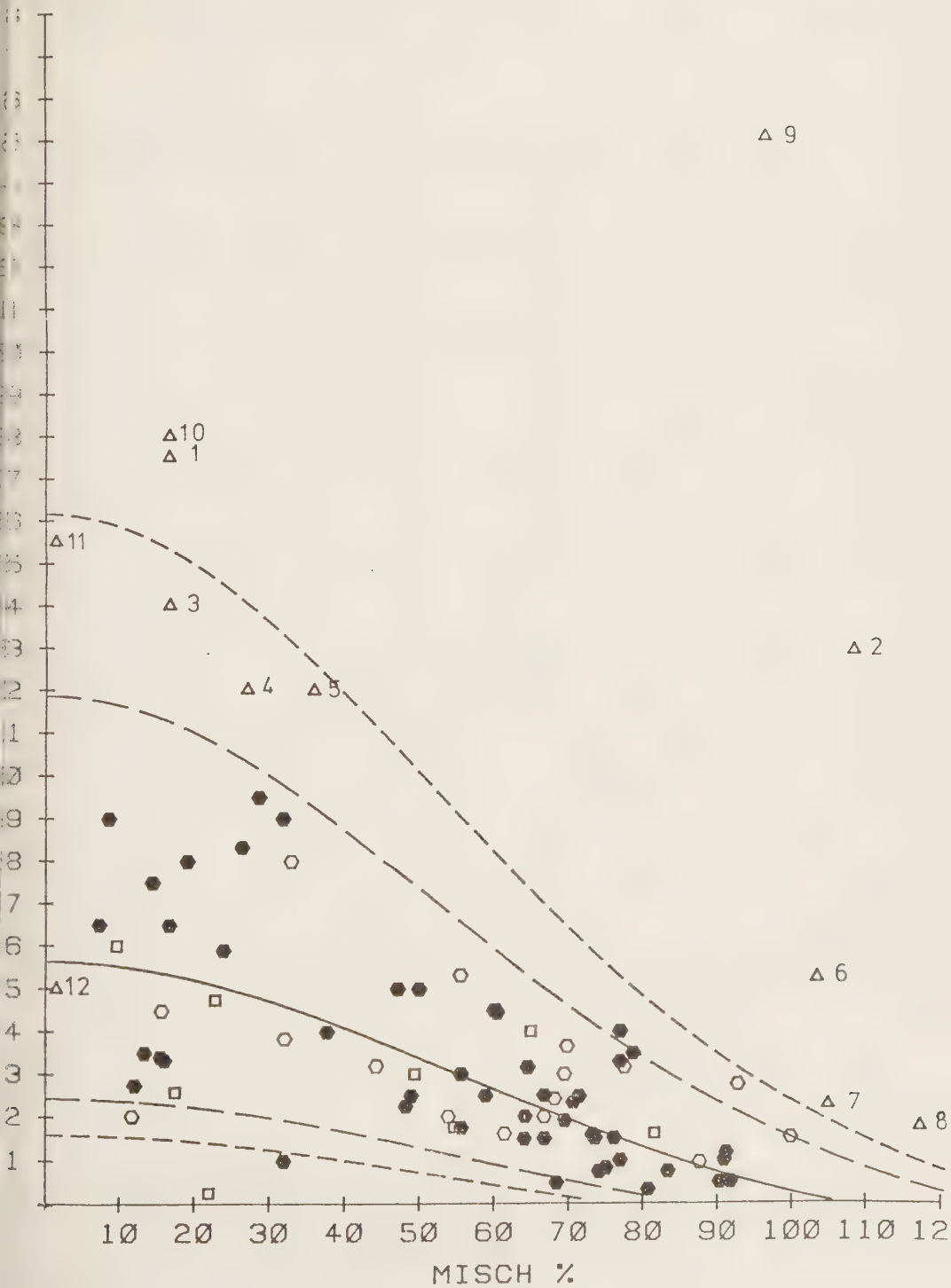
Portion Schweinebraten 150 g
Schweinegeschnetzeltes 150 g
Kasseler Braten 150 g
Leberkäs 150 g
Schweinshaxe 500 g
Wiener Schnitzel 150 g
1 Weißwurst 80 g
1 Bratwurst 150 g
1 Salzhering 150 g
Portion Schweinswürstel 150 g
1/2 Brathendl 150 g
Portion Königsberger Klopse 150 g
Portion gekochter Fisch 200 g
1 Kalbsroulade 150 g
1 Portion Gulasch 150 g
1 Scheibe Rinderbraten 130 g
1 Steak 200 g
Portion Fleischpflanzl 150 g

2. Gemüse:

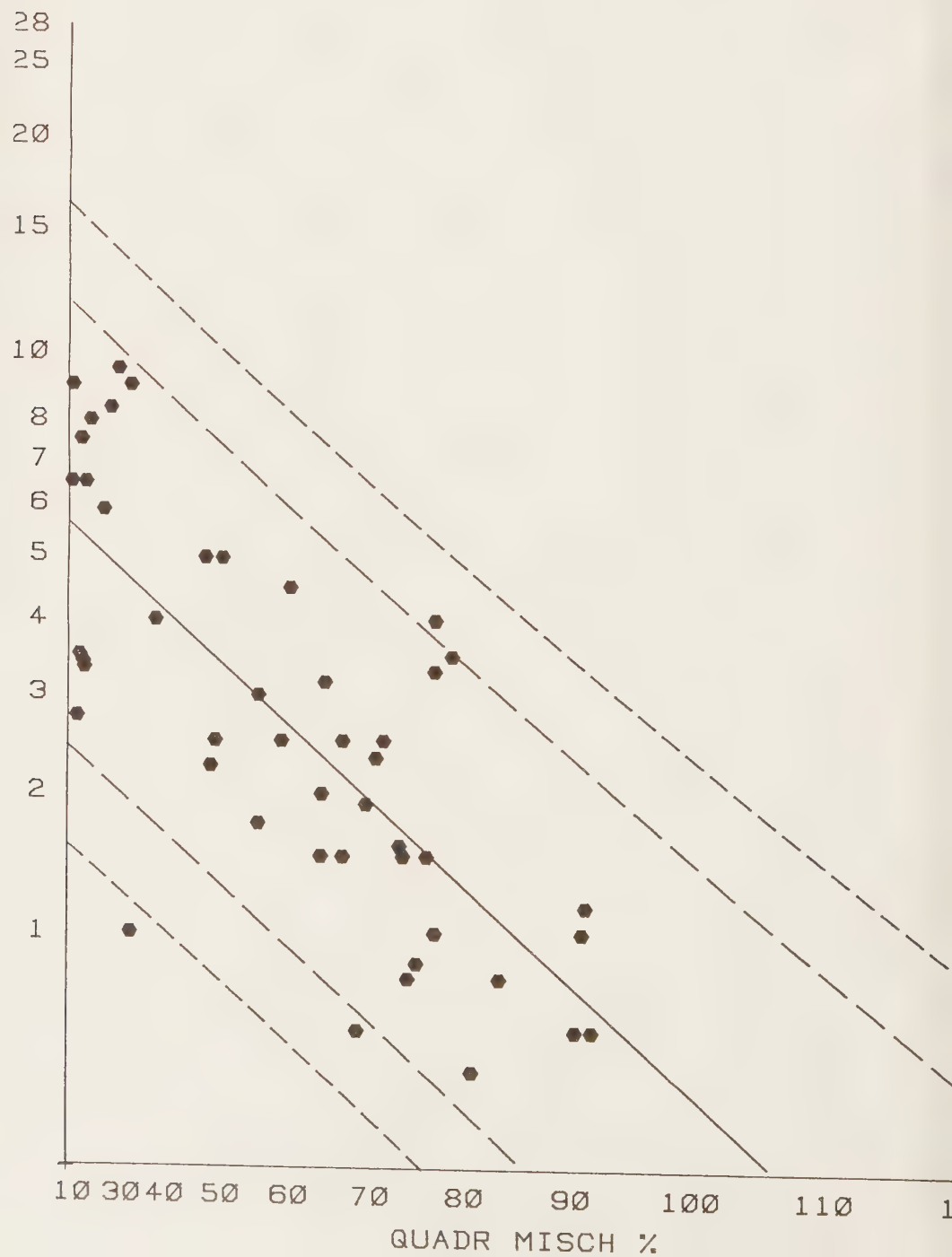
Salat 50 g
Portion Bohnen 100 g
Spinat (als Hauptessen) 200 g
Krautsalat 100 g
Gurkensalat 100 g
Grünkohl 200 g
Karotten 200 g

3. Beilagen:

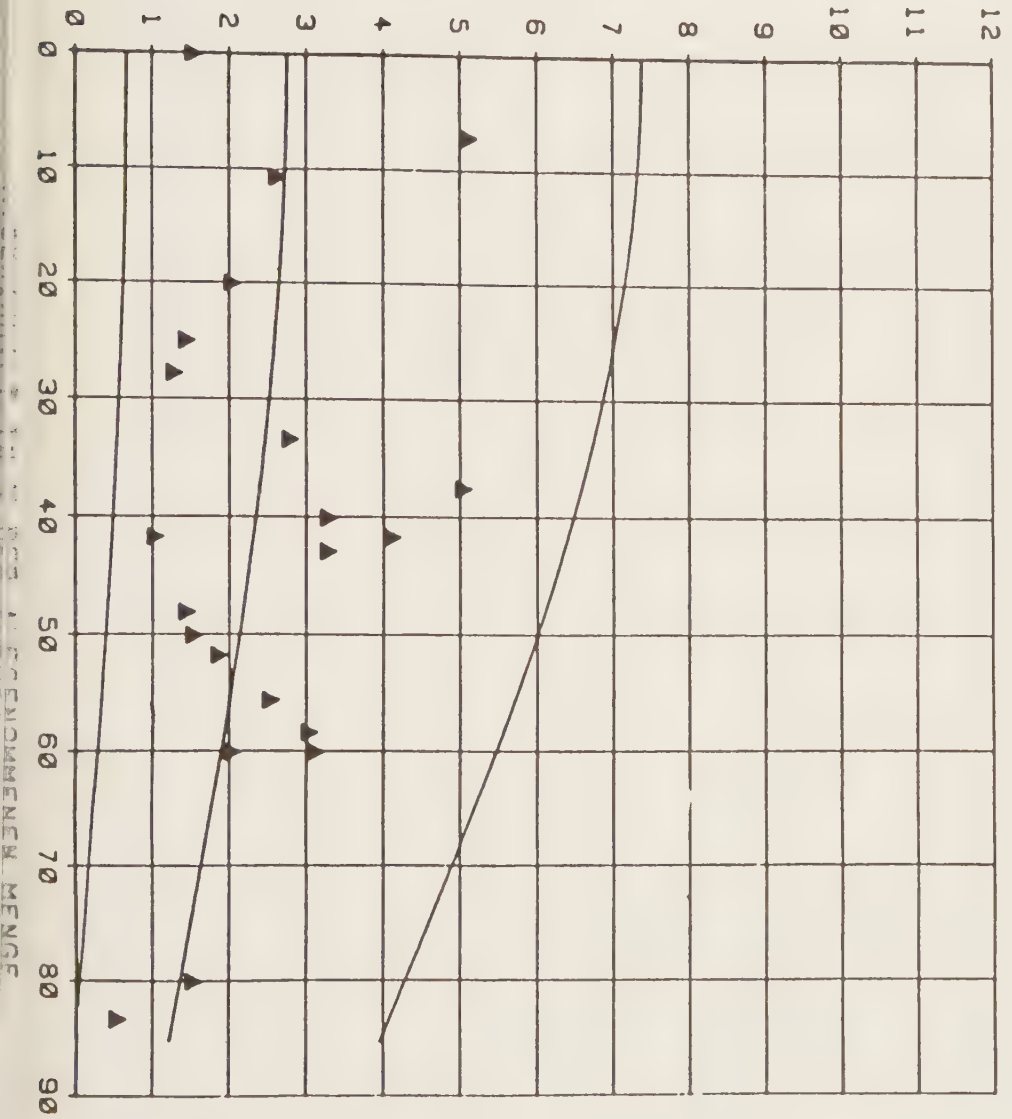
1 Toast 25 g
1 Scheibe Brot 50 g
1 Butterbrot 60 g
1 Semmel 45 g
Portion Reis 100 g
Portion Spätzle 100 g
Portion Kartoffeln 200 g
1 Kartoffel 60 g
1 Lauchknödel 90 g
1 Orange 200 g
1 Banane 150 g
1 Apfel 150 g
1 Spiegelei 70 g
Portion Pommes frites 150 g
Portion Kaiserschmarrn 240 g
1 Stück Stollen 75 g
Spaghetti bolognese 250 g
1 Mandarine 50 g
1 Pudding 100 g
Semmelknödel 75-100 g
Kartoffelknödel 90 g
Portion Wurstaufschnitt 150 g
Portion Käseaufschnitt 150 g
1 Stück Sahnetorte 100 g
Portion Apfelmus 150 g
Portion Apfelstrudel mit Vanillesoße 200 g
1 Cremespeise 100 g
1 Stück Zwetschgendatschi 200 g
Portion Emmentaler 100 g
Portion Kartoffelsalat 200 g
1 Päckchen Frischkäse 60 g
1 Scheibe Ananas 100 g
1 Scheibe Käse 30 g

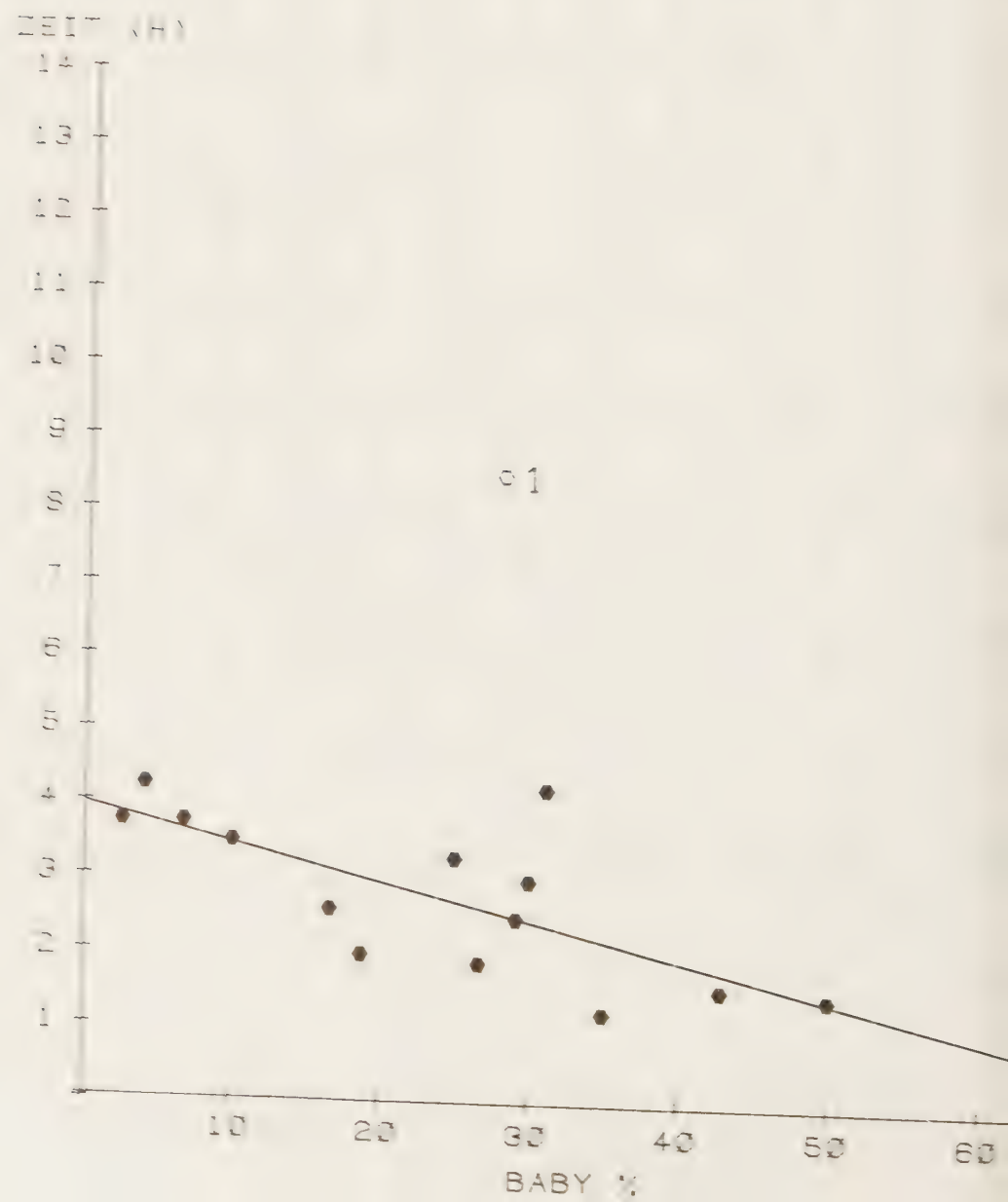


ZEIT (H)



ZEIT ZWISCHEN NAHRUNGS-AUFNAHME UND TODESEINTRITT (STD)





Danksagung

Herrn Professor Dr. W. Spann danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas.

Frau Dr. C. Baur danke ich sehr herzlich für die hilfreiche Betreuung.

L e b e n s l a u f

Gabriele Hertha Maria M a n t l i k

Hertelstraße 9 E

8900 Augsburg

Tel. 0821/401407 privat

Persönliche Daten:

geboren

1. Februar 1956

in

Murnau

Eltern

Richard Mantlik,
pens. Verlagsleiter
und Margarethe Mantlik,
geb. Jaklin,
Hausfrau

Familienstand

ledig

Konfession

römisch-katholisch

Staatsangehörigkeit

deutsch

Ausbildungsdaten:

Schule

1962 - 1966 Volksschule Murnau
1966 - 1975 Gymnasium Murnau

Studium

1976 - 1983 Humanmedizin
LMU - München

Examen

August 1981 2. Abschnitt der
ärztlichen Prüfung
April 1983 3. Abschnitt der
ärztlichen Prüfung
Mai 1983 Approbation

Berufsdaten:

10/1983 - Assistenzärztin
12/1983 Unfallklinik Murnau
04/1984 - Assistenzärztin
fortlaufend Zentralklinikum
Augsburg

89 Augsburg, 23. April 1986

